



Ana Raquel da Silva Franco

Licenciada em Ensino de Biologia e Geologia, Variante Biologia

A IMPORTÂNCIA DA CONCEÇÃO CTS E DAS METODOLOGIAS CONSTRUTIVISTAS (RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS, TRABALHO PRÁTICO E TRABALHO COOPERATIVO) NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ensino de Biologia e de Geologia

Orientador: Prof. Doutor João Correia de Freitas, Professor
Auxiliar, FCTUNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria Paula Pires dos Santos Diogo
Arguente: Doutora Maria João do Vale Costa Horta
Vogal(ais): Prof. Doutor Vítor Manuel Neves Duarte Teodoro
Prof. Doutor João Correia de Freitas



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro de 2015



Ana Raquel da Silva Franco

Licenciada em Ensino de Biologia e Geologia, Variante Biologia

A IMPORTÂNCIA DA CONCEÇÃO CTS E DAS METODOLOGIAS CONSTRUTIVISTAS (RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS, TRABALHO PRÁTICO E TRABALHO COOPERATIVO) NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ensino de Biologia e de Geologia

Orientador: Prof. Doutor João Correia de Freitas, Professor
Auxiliar, FCTUNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria Paula Pires dos Santos Diogo
Arguente: Doutora Maria João do Vale Costa Horta
Vogal(ais): Prof. Doutor Vítor Manuel Neves Duarte Teodoro
Prof. Doutor João Correia de Freitas



Setembro de 2015

RELATÓRIO DE ATIVIDADE PROFISSIONAL

A importância da conceção CTS e das metodologias construtivistas (resolução de problemas, trabalho prático e trabalho cooperativo) no ensino das Ciências

Copyright, 2015 – em nome de Ana Raquel da Silva Franco, da Faculdade de Ciências e Tecnologia/Universidade Nova de Lisboa e da Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

O conteúdo do presente relatório é da inteira responsabilidade do autor.

AGRADECIMENTOS

Para a concretização deste projeto, foram imprescindíveis várias pessoas a quem quero aproveitar para agradecer o seu contributo e reconhecer a sua importância para o meu sucesso profissional e pessoal.

Em primeiro lugar, um agradecimento especial ao Professor Doutor João Correia de Freitas, pelo seu apoio, pela sua simpatia e pela forma natural e espontânea como sempre me acolheu. Agradeço, ainda, a sua tolerância e as suas orientações que permitiram a conclusão deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas de profissão, sobretudo os colegas do Colégio Miramar, pela partilha constante de conhecimentos, sentimentos e emoções. Para mim, faz todo o sentido realçar o profundo agradecimento que tenho para com as minhas colegas do grupo de Biologia e Geologia, expressando um voto para que continuemos a trabalhar todos os dias para uma escola e um mundo melhor. De forma mais efetiva, nomeio a grande ajuda explícita e implícita que foi a minha colega Armanda Dias que também aceitou o desafio deste projeto. E, com um carinho muito especial, um grande obrigado à minha colega Rita Santos que verdadeiramente partilhou comigo todo o percurso até à conclusão deste trabalho. Agradeço-lhe o apoio, o auxílio e a amizade que partilhamos.

O agradecimento, que é mais uma dedicatória, à minha família por estar sempre ao meu lado e por ser o pilar da minha existência. Em especial às minhas irmãs por também partilharem comigo a profissão e por serem sempre um modelo a seguir.

Por último, agradeço aqueles que dão sentido à minha dedicação nesta profissão, os alunos, por todas as vivências e pelo profundo gosto e satisfação em ser professora. Obrigado por, à semelhança do que dizia Sebastião da Gama, “ensinar umas coisas e aprender outras”.

“Ela (utopia) está no horizonte.

Avanço dois passos e ela afasta-se dois passos.

Avanço dez passos e o horizonte distancia-se de mim dez passos;

Posso ir tão longe quanto quiser:

Nunca lá chegarei.

Para que serve então a utopia.

Para isso mesmo: para avançarmos.”

Eduardo Galeano

Página propositadamente em branco.

RESUMO

A atual concepção para o Ensino das Ciências tem em conta perspectivas diversificadas cujo principal objetivo é contribuir para o desenvolvimento de competências científicas (conceituais, procedimentais e atitudinais) que permitam formar cidadãos cientificamente literatos e preparados para enfrentar a sociedade moderna. Neste âmbito, torna-se pertinente discutir uma concepção CTS (Ciência/Tecnologia/Sociedade) enquadrada em orientações construtivistas que perspetivam o aluno como elemento principal na construção do seu conhecimento científico, as quais podem contribuir para uma visão mais completa e abrangente da Ciência, ao mesmo tempo que motivam os discentes e promovem uma tomada de decisões consciente e responsável. Salientam-se, como metodologias de ensino-aprendizagem ativas, a resolução de problemas, o trabalho prático e o trabalho cooperativo. Estas temáticas tornaram-se os principais objetos de estudo do presente relatório de atividade profissional que visa apresentar, analisar, discutir e refletir sobre as práticas pedagógicas implementadas ao longo de um percurso profissional ligado à docência. As cinco atividades selecionadas são exemplificativas de uma prática docente baseada na problemática do trabalho (A importância da concepção CTS e das metodologias construtivistas no Ensino das Ciências). A adoção de uma orientação metodológica fortemente interpretativa e reflexiva possibilitou a descrição das atividades aplicadas à qual se seguiu a discussão dos seus resultados em termos de consecução de objetivos, vantagens, reação dos alunos, limitações e dificuldades na implementação. As principais conclusões realçam a importância de fomentar práticas pedagógicas assentes em estratégias construtivistas que defendem a Ciência como um conhecimento dinâmico, fruto de constante evolução e com múltiplas sinergias com a Tecnologia e a Sociedade. A reflexão promoveu também a definição e identificação de sugestões de melhoria e de trabalho futuro, tanto em termos de planeamento e aplicação das estratégias, como em termos de avaliação das aprendizagens, contribuindo para a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem no âmbito das Ciências.

Palavras-chave:

Ensino das Ciências; Concepção CTS; Construtivismo; Resolução de Problemas; Trabalho Prático; Trabalho Cooperativo; Reflexão.

Página propositadamente em branco.

ABSTRACT

The modern conception for the Science Education takes into account a varied range of perspectives whose main aim is contributing for the development of scientific skills (conceptual, procedural and attitudinal) which are able to form scientifically literate and prepared citizens, ready to face the challenges of modern society. In this area, it becomes relevant to discuss the STS conception (Science/Technology/Society), framed in constructivist guidelines which view the student as the main element in the construction of scientific knowledge. Those guidelines can promote a wider and deeper perspective on science and they can also motivate the students as well as turn them capable of taking responsible and conscious decisions. We can emphasize the following teaching-learning active methodologies: the problems solving, practical work and cooperative work. These thematic have become the main object of study of this professional activity report which aims to introduce, analyze, discuss and reflect about pedagogic practices implemented throughout a professional route connected to teaching. The five selected activities illustrate a teaching practice based on troublesome work (the importance of STS conception and the constructivist methodologies in the Teaching of Sciences). The choice for a strongly interpretative and reflexive methodological guideline allowed the description of the applied activities which was followed by the discussion of its results, in what concerns the consecution of objectives, advantages, students reactions, limitations and implementation constrains. The main conclusions emphasize the importance of promoting pedagogic practices based on constructivist strategies which advocate that Science is a dynamic knowledge, resulting from systematic evolution and with multiple synergies with Technology and Society. The reflection allowed and stimulated the definition and identification of suggestions of improvement both in terms of planning and applying of strategies as in terms of learning evaluations, contributing for the improvement of teaching-learning processes in what concerns Sciences.

Keywords:

Sciences Teaching; STS Conception; Constructivism; Problems Solving; Practical Work; Cooperative Work; Reflection.

Página propositadamente em branco.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE QUADROS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ABREVIATURAS.....	XV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. PERCURSO PROFISSIONAL	3
1.2. OBJETIVOS	4
1.3. ESTRUTURA.....	5
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
2.1. O ENSINO DAS CIÊNCIAS	7
2.2. A CONCEÇÃO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS	10
2.3. METODOLOGIAS CONSTRUTIVISTAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO DAS CIÊNCIAS.....	14
2.3.1. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	17
2.3.2. TRABALHO PRÁTICO	21
2.3.3. TRABALHO COOPERATIVO.....	25
3. METODOLOGIA	29
3.1. OPÇÕES METODOLÓGICAS	29
3.2. FICHAS DE ATIVIDADES.....	30
3.2.1. ATIVIDADE I – “EU SOU UM INVESTIGADOR”	31
3.2.2. ATIVIDADE II – “INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS”	32
3.2.3. ATIVIDADE III – “A SEDIMENTAÇÃO”	33
3.2.4. ATIVIDADE IV – “TRABALHOS DE MORGAN”	35
3.2.5. ATIVIDADE V – “MÉTODOS CONTRACETIVOS”	36
4. REFLEXÃO CRÍTICA DAS ATIVIDADES.....	39
ATIVIDADE I – “EU SOU UM INVESTIGADOR”	39
ATIVIDADE II “INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS”	42
ATIVIDADE III “A SEDIMENTAÇÃO”	44
ATIVIDADE IV “TRABALHOS DE MORGAN”	47
ATIVIDADE V “MÉTODOS CONTRACETIVOS”	48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53

5.1.	CONCLUSÕES	53
5.2.	ASPETOS POSITIVOS	54
5.3.	LIMITAÇÕES.....	55
5.4.	SUGESTÕES DE MELHORIA E DE TRABALHO FUTURO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		59
ANEXOS		65
ANEXO I.1		65
ANEXO I.2		70
ANEXO II.1		74
ANEXO III.1		76
ANEXO III.2.....		77
ANEXO IV.1.....		78
ANEXO V.1.....		81
ANEXO V.2.....		82
ANEXO V.3.....		83
ANEXO V.4.....		84
ANEXO V.5.....		85
ANEXO VI.....		86

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1. Diferenças entre Ciência e Tecnologia	11
Quadro 2.2. Organização do ensino orientado para a resolução de problemas	18
Quadro 3.1. Seleção das atividades implementadas ao longo do percurso profissional	30

Página propositadamente em branco.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Maneiras de realizar uma abordagem construtivista	2
Figura 1.2. Atitudes do professor e do aluno para desenvolver a metacognição	3
Figura 2.1. Estádios de um processo de resolução de problemas	19
Figura 2.2. Perspetiva CTS e Resolução de Problemas	20
Figura 2.3. Relação entre os vários tipos de trabalho prático	22

Página propositadamente em branco.

ABREVIATURAS

RAP – Relatório de Atividade Profissional

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

ASE – Associação para o Ensino das Ciências

EC – Ensino das Ciências

NRC – National Research Council

NSTA – National Science Teachers Association

CTSA- Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

RP – Resolução de Problemas

TP – Trabalho Prático

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

TC – Trabalho Cooperativo

IST – Infecções Sexualmente transmissíveis

Página propositadamente em branco.

1. INTRODUÇÃO

A crescente industrialização e a evolução / revolução tecnológica a que atualmente assistimos, concomitantemente com sociedades contemporâneas que se destacam pelos seus desenvolvimentos científico-tecnológicos nas suas dimensões humana, social, cultural e económica ordenam que os professores desenvolvam, nos seus alunos, um conjunto de competências de diversas áreas, como as de (re)conhecimento, comunicação e raciocínio que lhes permita (sobre)viver no mundo atual e vindouro.

O período de mudanças do sistema educativo que atualmente atravessamos, pautado por um enquadramento político exigente e voltado para os domínios da ciência e da tecnologia, impõe uma adaptação dos professores e focaliza a atenção para os docentes das áreas científicas.

Os próprios alunos sofreram, num curto período de tempo, transformações profundas que obrigam os professores a repensar as estratégias de motivação para com a escola e as práticas letivas. Na era do conhecimento, assiste-se, por mais contraditório que pareça, ao crescente desinteresse por parte dos alunos pelo conhecimento em si. Menospreza-se a sabedoria em detrimento de outros valores.

Constata-se, ainda, um clima de exigência e alguma desvalorização para com a atividade docente. Mais do que em qualquer momento da história da profissão docente, exige-se que os professores dominem os conhecimentos científicos e conceituais, diferenciem os seus processos de ensino-aprendizagem através de várias metodologias e estratégias, e utilizem instrumentos diversificados para uma avaliação justa, adequada e objetiva.

Estes são desafios colossais para um profissional da educação. Ensinar e aprender são processos complexos, *“a tarefa de ensinar do atual professor de ciências é muitíssimo mais exigente e complicada, do que era há algumas décadas atrás, quando se considerava o ensino como a simples aquisição de conteúdos”* (Bonito, 2010, p. 88).

O ensino é uma atividade e um processo dinâmico em que o professor é o sujeito ativo e, ao mesmo tempo, o mais passivo. Neste caso, torna-se importante que o docente seja um elemento ativo ao refletir sobre as suas práticas pedagógicas. Este relatório de atividade profissional (RAP) pretende ser um veículo de estudo e reflexão, enquadrado pelas principais teorias e perspetivas atuais no âmbito do ensino das ciências.

A problemática principal deste trabalho – *A importância da conceção CTS e das metodologias construtivistas (resolução de problemas, trabalho prático e trabalho cooperativo) no ensino das Ciências* – surgiu após uma análise da atividade profissional em que foi possível verificar a existência de linhas orientadoras, as quais se resumem a dois pontos principais: a) reconhecimento da Ciência como um processo dinâmico que envolve problematização, discussão de ideias, experiências e que se encontra em permanente evolução devido às suas articulações com a Tecnologia e a Sociedade; e (b) o aluno como elemento central no processo, tendo este de construir o seu próprio conhecimento, sendo o professor “apenas” um mero orientador.

Estas linhas de pensamento assentam em duas perspectivas no ensino das Ciências: (a) a concepção CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e (b) a orientação construtivista. Ressalva-se que estas perspectivas não são díspares, nem estanques, nem se excluem. Pelo contrário, pressupõe-se uma visão integradora, em que ambas as perspectivas se influenciam mutuamente.

A concepção CTS pretende que os alunos construam uma imagem mais autêntica e adequada da Ciência ao ter em conta que esta influencia e é influenciada pela Tecnologia e pela Sociedade, o que claramente beneficia a aprendizagem. A Associação para o Ensino das Ciências (ASE) britânica enunciou os seguintes benefícios de um ensino perspectivado por uma visão CTS (ASE, 2000):

- promove o entusiasmo dos alunos pela Ciência;
- mostra a relevância da Ciência na sociedade tecnológica;
- efetiva os vínculos entre os professores de Ciências, as indústrias e as instituições científicas;
- contribui diretamente para a educação não-formal.

De modo a poderem desenvolver um raciocínio próprio da aprendizagem em Ciência, os estudantes devem ser os participantes ativos, construindo o seu próprio conhecimento, o que, claramente, se relaciona com uma visão construtivista. Numa aula baseada nesta concepção, o professor deve ensinar os seus alunos a planificar e a dirigir a sua própria aprendizagem ao máximo, assumindo um papel de facilitador em vez de ser considerado a fonte primária de informação. Anima os alunos a serem ativos na sua aprendizagem (Bonito, 2010). Também segundo o mesmo autor, são pressupostos da orientação construtivista:

- considerar a diferença de conhecimento entre professores e alunos;
- traduzir o conhecimento declarativo em competências procedimentais;
- fomentar uma aprendizagem autêntica mediante a participação em atividades científicas;
- fomentar a motivação do aluno através da utilização de uma exploração autêntica centrada em si.

Nos possíveis modelos para ensinar ciência, questiona-se que tipos de estratégias devem ser implementados. A figura seguinte sintetiza a abordagem construtivista, segundo Bonito (2011).

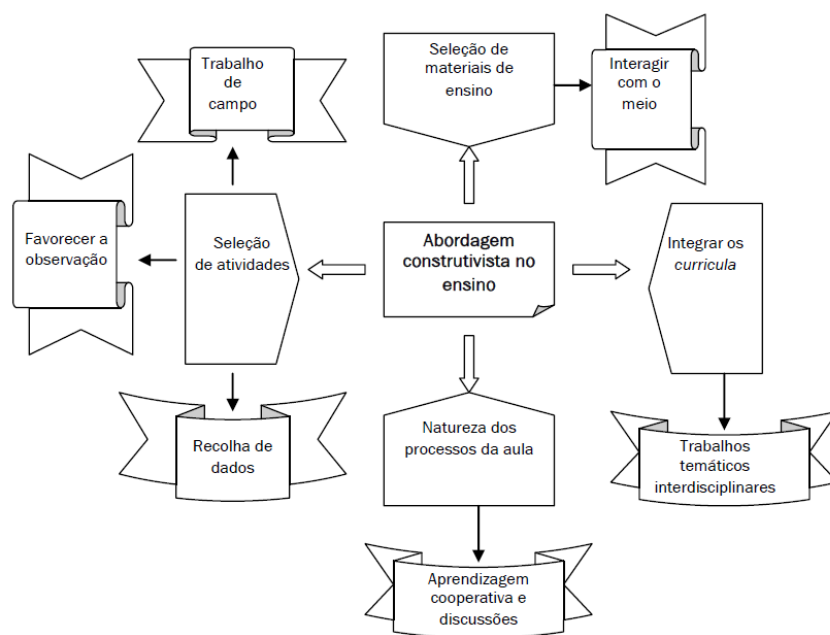


Figura 1.1. Maneiras de realizar uma abordagem construtivista

Tendo em conta a figura anterior, destacam-se três metodologias ativas para o ensino das Ciências: a resolução de problemas, o trabalho prático (incluindo o trabalho experimental) e o trabalho cooperativo, temas a abordar no capítulo 2 deste trabalho.

Para concluir, e apesar de não ser temática a discutir no próximo capítulo, salienta-se que, independentemente da corrente seguida pelo docente e das estratégias implementadas nas suas práticas profissionais, julga-se que a aprendizagem significativa deve incluir a metacognição, isto é, “*ter consciência do que se sabe, supervisionar a sua própria aprendizagem e aprender de forma estratégica*” (Bonito, 2011, p. 34). A figura seguinte mostra as atitudes de professores e alunos para que se desenvolva a metacognição.

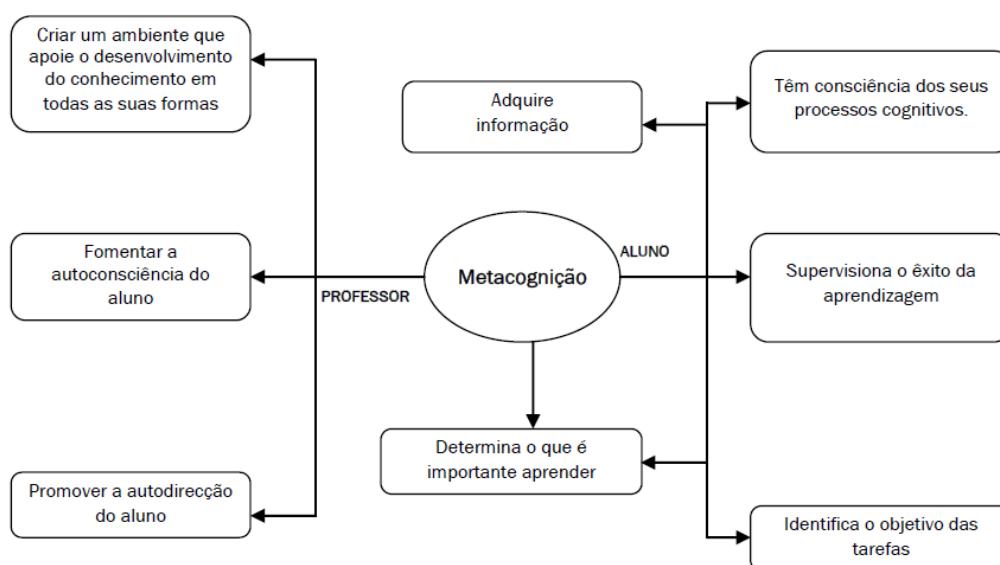


Figura 1.2. Atitudes do professor e do aluno para desenvolver a metacognição

1.1. PERCURSO PROFISSIONAL

O presente RAP visa mostrar as competências desenvolvidas ao longo de um percurso profissional de mais de cinco anos de docência, o qual se iniciou no ano letivo de 2003/2004, aquando da frequência do estágio pedagógico, passo único para a profissionalização e para a conclusão da Licenciatura em Ensino da Biologia e Geologia – variante Biologia, pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Após este primeiro contacto com a realidade escolar, existiu uma interrupção no percurso profissional, durante o ano letivo de 2004/2005.

Desde o ano letivo de 2005/2006 que as funções de docência têm sido exercidas numa escola do Ensino Particular e Cooperativo, o Colégio Miramar.

Estes anos de atividade profissional primaram pela dedicação ao ensino como fonte de educação dos futuros cidadãos. Em termos de experiência profissional salienta-se a lecionação da disciplina de Ciências Naturais a todos os anos de escolaridade do Terceiro Ciclo do Ensino Básico. Em termos do Ensino Secundário já foram lecionadas as disciplinas de Biologia e Geologia,

pertencentes ao décimo e décimo primeiro ano de escolaridade e a disciplina de Biologia do décimo segundo ano de escolaridade. Refira-se, também, as já extintas disciplinas de Técnicas Laboratoriais de Biologia e Área de Projeto. Para além das atividades letivas, destaca-se o facto de ter já assumido vários cargos associados à profissão docente, tais como Direção de Turma e Representante de Grupo Disciplinar. Parte ativa desta profissão é ainda a participação, dinamização e coordenação de atividades de complemento curricular, promovidas de forma interna pela comunidade escolar ou como forma de participação em projetos e ações em parceria com entidades externas, salientando-se a coordenação do Programa Eco-Escolas.

Ilustrando-se o percurso profissional, pretende-se dar resposta aos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre para Licenciados Pré-Bolonha, segundo as indicações emanadas em Despacho da Direção, segundo o qual os licenciados “pré-Bolonha” com mais de cinco anos de experiência profissional na área de especialidade poderão requerer a equivalência à parte escolar do Mestrado através da apresentação de um relatório detalhado da sua atividade profissional, devidamente comprovada, incluindo a discussão da experiência e competências adquiridas.

1.2. OBJETIVOS

Reconhecendo a importância da reflexão na profissão docente, pretende-se que a realização deste RAP seja uma busca de conhecimento, reflexão, consolidação e renovação de competências para enfrentar as vicissitudes do ensino atual.

A apresentação das atividades implementadas, seleccionadas tendo em conta a problemática geral (importância da conceção CTS e da orientação construtivista no ensino das Ciências) tem como intuito dar a conhecer o percurso profissional, reconhecendo competências didático-pedagógicas, e comprovar as mais-valias do ensino das Ciências baseado numa conceção CTS coadunada com metodologias construtivistas.

A discussão das temáticas escolhidas ambiciona ser um percurso de renovação e de inovação de conhecimentos.

A reflexão crítica de cada atividade pretende analisar e discutir as vantagens, as formas de implementação, bem como as suas desvantagens e limitações, para que desta forma se encontrem sugestões para uma melhoria das práticas pedagógicas e, conseqüentemente, contribuir para a melhoria do desempenho docente.

1.3. ESTRUTURA

Para melhor dar resposta aos objetivos inerentes à concretização de um RAP, o presente trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos. Inicia-se com a introdução na qual se apresenta o trabalho, nomeadamente os objetivos do mesmo e a problemática principal.

O segundo capítulo, designado por enquadramento teórico, apresenta um conjunto de referências de literatura que visam proceder à adequada contextualização teórica e metodológica da problemática. Tendo em conta um quadro concetual, serão abordadas diferentes concepções contempladas no ensino das ciências, nomeadamente a concepção CTS e as metodologias construtivistas para o ensino das Ciências, principais temáticas do estudo. No âmbito das metodologias construtivistas serão discutidas as estratégias de resolução de problemas, de trabalho prático e de trabalho cooperativo.

No que concerne ao capítulo três, respeitante à metodologia, procedeu-se à caracterização das opções metodológicas que se centraram na apresentação de atividades selecionadas de todas as atividades concretizadas ao longo da experiência profissional. Cada atividade é apresentada sob a forma de uma ficha de atividade e respetivos anexos.

A discussão incluída na reflexão crítica, capítulo quatro do trabalho, pretende justificar a relevância e a pertinência das atividades apresentadas através da referência e da interligação aos temas em estudo no capítulo dois.

Passando para o capítulo cinco, que diz respeito às considerações finais, incluem-se as conclusões do relatório, referindo os aspetos positivos, bem como as limitações e as sugestões de melhoria e de trabalho futuro.

O presente relatório termina com as referências bibliográficas, capítulo seis, em que são indicadas as pesquisas efetuadas e os autores estudados e citados, e com os anexos, capítulo sete, que contemplam os materiais utilizados nas atividades apresentadas no capítulo três.

Página propositadamente em branco.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

“Apesar de sabermos que em educação a cinética da inovação é sempre lenta, não é legítimo continuar com uma Educação em Ciência, hoje, com princípios e práticas de ontem para os alunos que vão viver amanhã.”

Cachapuz, Praia & Jorge, 2002, p.11

2.1. O ENSINO DAS CIÊNCIAS

A educação e o ensino das Ciências (EC) pressupõem, hoje em dia, uma série de finalidades que todos os docentes devem ser conhecedores e defensores, bem como as suas principais unidades implementadoras e dinamizadoras. Podemos sintetizar estas finalidades em três grandes vertentes: (a) aprender Ciência; (b) aprender acerca da Ciência; e (c) fazer Ciência (Bonito, 2003).

Segundo Martins & Veiga (1999), o EC pressupõe que todo o cidadão deve:

- usar conhecimento básico para tomar decisões individuais e sociais;
- conhecer, valorizar e usar a tecnologia na sua vida pessoal;
- reconhecer as vantagens e as limitações da Ciência e da Tecnologia;
- desenvolver capacidades, atitudes e valores que lhe permitam adaptar-se a um mundo em mudança.

Estes pressupostos estão bem patentes no atual Currículo Nacional do Ensino Básico (Departamento da Educação Básica, 2001) para as disciplinas das Ciências Físicas e Naturais, para o qual é fundamental que os alunos demonstrem flexibilidade, capacidade de comunicação e capacidade de aprendizagem ao longo da vida, competências exigidas a qualquer cidadão inserido numa sociedade marcada pela mudança tecnológica e pela globalização do mercado.

“O papel da Ciência e da Tecnologia no nosso dia-a-dia exige uma população com conhecimento e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que estes temas colocam, quer para eles como indivíduos, quer para a sociedade como um todo.” (p. 129).

De forma a desenvolver as competências essenciais para o Ensino Básico, os docentes devem proporcionar aos alunos possibilidades de *“despertar a curiosidade acerca do mundo natural à sua volta e criar um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela Ciência; adquirir uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos da investigação científica, de modo a sentir confiança na abordagem de*

questões científicas e tecnológicas; e questionar o comportamento humano perante o mundo, bem como o impacto da Ciência e da Tecnologia no nosso ambiente e na nossa cultura em geral.” (Departamento da Educação Básica, 2001, p. 129).

Dado que o ensino das Ciências não termina no Ensino Básico, os programas para as disciplinas de Biologia e Geologia (décimo e décimo primeiro anos de escolaridade) e Biologia (décimo segundo ano de escolaridade) mostram, igualmente, a importância da formação de cidadãos e de uma sociedade em geral consciente e crítica, possuidora de uma literacia científica sólida que auxilie a compreender o mundo em que vivemos, identificar os seus problemas e entender as possíveis soluções de forma fundamentada (Departamento do Ensino Secundário, 2001). Estudando e analisando os referidos programas surgem finalidades de índole e orientação construtivista, das quais se destacam:

- a aprendizagem das ciências como um processo ativo em que o aluno desempenha o papel principal de construtor do seu próprio conhecimento;
- o professor como orientador, cabendo-lhe a tarefa de organizar e dirigir as atividades dos alunos, facilitando as conexões entre os conceitos e os modelos explicativos que estes já possuem e os novos conhecimentos, e estruturando os novos saberes;
- as atividades práticas, de carácter experimental e investigativo;
- a avaliação como uma oportunidade para introduzir correções e privilegiando uma diversificação nos tipos de avaliação utilizados, nos instrumentos produzidos e nos momentos da sua aplicação, associando aspetos dos domínios procedimentais e atitudinais;
- a Ciência como um conhecimento em construção, dando-se particular importância ao modo de produção destes saberes, reforçando a ideia de um conhecimento científico em mudança e explorando, ao nível das aulas, a natureza da Ciência e da investigação científica.

Destaca-se, ainda, a ênfase dada ao desenvolvimento de competências que contemplem, de forma integrada, conteúdos de domínio concetual (conhecer e interpretar factos, hipóteses, teorias e conceitos, isto é, o saber ciência), procedimental (observar, planificar, executar e avaliar, relacionados com a natureza do trabalho científico) e atitudinal (desenvolver atitudes como rigor, objetividade ou curiosidade) (Direção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2004).

Relativamente à aprendizagem dos conceitos científicos, para Martins & Veiga (1999), é fundamental que:

- não seja demasiado especializada, contemplando momentos de interdisciplinaridade, integradores de saberes que privilegiem visões mais holísticas;
- ocorra a partir de exemplos da vida quotidiana de cariz multidisciplinar, podendo tornar a Ciência mais motivante e mais útil, ao aproximar-se da vida real;
- não se limite ao conhecimento de factos e de princípios científicos, mas também ao desenvolvimento de atitudes e valores;
- aborde a História da Ciência e os papéis da Ciência e da Tecnologia na sociedade;
- desenvolva capacidades de tomada de decisões e resolução de problemas na interface Ciência/Tecnologia/Sociedade.

Após a análise das orientações dadas pelo Ministério de Educação para o ensino das Ciências e suas finalidades, destacam-se alguns aspectos fundamentais, designadamente a importância dada às dimensões da Ciência e da Tecnologia e das interligações existentes entre si, a promoção de indivíduos cientificamente literados e a utilização da concepção construtivista. Desta forma, impõe-se a reflexão sobre cada um destes principais tópicos. Pela importância dada às dimensões da Ciência, Tecnologia e Sociedade (concepção CTS), este tema terá um subcapítulo onde será devidamente discutido. A concepção construtivista será discutida aquando da abordagem das metodologias de ensino-aprendizagem.

Como cidadão cientificamente literato, entende-se alguém que, mesmo não sendo um cientista, domina um conjunto de esquemas muito globais e vocabulário científico, de modo a ser capaz de argumentar com base científica, em temas para os quais não existe uma resposta única. Será também alguém capaz de entender os acontecimentos científicos e tecnológicos como algo que o afeta e como um conjunto de descobertas que podem ser aproveitadas para o bem da humanidade (Marco-Stiefel, 2001). Elemento essencial de uma verdadeira alfabetização científica é a posse de um conceito adequado de Ciência, o que significa estar familiarizado com o processo de construção do conhecimento científico, incluindo o papel da comunidade científica na validação das descobertas, suas metodologias, suas repercussões humanas e suas interações com outros campos como a Sociedade e a Tecnologia. Compreende-se, assim, que um cidadão cientificamente alfabetizado é alguém capaz de utilizar a linguagem científica, não como algo estático, mas como um elemento de tradução de uma realidade em permanente mudança. Além disso, é alguém capaz de estimar a parcialidade científica, destacando a componente humana e social de qualquer ação, pois o conhecimento refere-se a contextos concretos e a leitura da realidade é mediada pelos marcos teóricos estabelecidos. Marco-Stiefel (2001) aponta, ainda, outra capacidade dos cidadãos em relação à Ciência que é a de expressar mensagens científicas. Esta capacidade está relacionada com o desenvolvimento de competências informativas, expressivas e comunicativas que se devem ter em conta no ensino. A argumentação científica é especialmente útil para fazer-se ouvir e para expressar opiniões de modo responsável e crítico em sociedade.

O *National Research Council* (NRC, 1996) considerou que os indivíduos podem manifestar várias formas e graus de literacia científica ao longo das suas vidas, sendo que, muitas vezes, esses graus, sobretudo os mais avançados, são alcançados após o ensino formal das ciências. Neste sentido, uma pessoa literata em ciências é capaz de: (a) questionar e encontrar respostas às questões do dia-a-dia que despertaram a sua curiosidade; (b) compreender a informação científica expressa através dos meios de comunicação, discutindo a validade e fiabilidade das conclusões apresentadas; (c) identificar questões científicas e tomar posições e decisões fundamentadas do ponto de vista científico e tecnológico; (d) analisar e avaliar a qualidade da informação científica, tendo em conta as fontes utilizadas e as metodologias de investigação mencionadas; e (e) propor e avaliar argumentos científicos para poder retirar conclusões válidas. Reconhecendo a literacia científica como uma finalidade do ensino das Ciências, estes pressupostos podem, de forma clara e inequívoca, dar indicações e sugestões metodológicas para as práticas letivas dos docentes das disciplinas científicas.

Neste contexto, Aguilar (1999) defende que se podem identificar quatro níveis para a prossecução da alfabetização científica e tecnológica, nomeadamente, conhecer (usar a linguagem como chave de leitura), descodificar (reconhecer os processos e métodos de fazer Ciência), atuar (ter pensamento crítico, questionando-se sobre as consequências sociais, humanas e éticas) e desmistificar (entrar em questões epistemológicas relacionadas com a natureza da Ciência).

Comprova-se, assim, a importância do EC e as suas finalidades para a formação e educação de futuros cidadãos participantes numa sociedade cada vez mais abrangente e exigente, bem como de futuros investigadores e profissionais de áreas científicas.

2.2. A CONCEÇÃO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

“A ciência constitui, para si própria, uma fonte irrecusável de problemas. Uns prendem-se com a dependência financeira, política, social e religiosa, que, com incidências diferentes condicionam o seu andamento, outros dizem respeito às consequências morais, ecológicas, sociais, etc., que a sua aplicação tecnológica pode provocar.”

Cachapuz & Praia, 2005, p.175

Neste quadro de pressupostos para o ensino das Ciências, vários autores, tais como Magalhães & Tenreiro-Vieira (2006), afirmam que uma das finalidades da aprendizagem é a compreensão das interligações entre a Ciência, a Tecnologia e as diferentes esferas da Sociedade. Visa-se, pois, um ensino das Ciências pautado por uma orientação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e promotor do pensamento crítico. Este pensamento tem bastante sentido quando se pensa na posição ocupada pela Ciência e pela Tecnologia nas sociedades contemporâneas. Para Martins & Veiga (1999), a apologia do ensino das Ciências numa perspetiva CTS tem como objetivo preparar os estudantes para enfrentarem o mundo tecnológico em mudança, no qual os valores sociais e éticos são fatores relevantes, opondo-se ao conhecimento meramente académico, descontextualizado com o mundo fora da escola.

A conceção CTS no ensino das ciências pode ser entendida como uma perspetiva do ensino científico e tecnológico que dá ênfase à aquisição, por parte dos alunos, de um conceito mais adequado ao processo de construção e avanço do conhecimento científico e da própria natureza da Ciência, incluindo as suas consequências nas relações com a Tecnologia e a Sociedade, mostrando a influência da sociedade no desenvolvimento da ciência e da tecnologia e o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade (Ziman, 1986). A ciência é mais do que um corpo de informação e um modo de acumular e validar essa informação. É também uma atividade social que incorpora certos valores humanos (Ziman, 1986). É este mesmo autor que, numa tentativa de encontrar consensos e de

relacionar os diferentes aspetos da Ciência, menciona que a definição de Ciência deve mostrá-la como: (a) o produto de uma investigação que emprega métodos característicos; (b) um corpo de conhecimentos; (c) um meio para resolver problemas; (d) um tema educacional e cultural; (e) uma instituição social que necessita de apoio material e de gestão; e (f) um fator fundamental nas relações humanas e sociais.

Neste ponto, parece ser importante mostrar que a Ciência e a Tecnologia são entidades com naturezas e especificidades muito próprias. O quadro 1 mostra as diferenças entre a Ciência e a Tecnologia, segundo Cachapuz & Praia (2005).

	Ciência	Tecnologia
Propósito	Explicação	Fabricação
Interesse	Objeto natural	Objeto artificial
Processo	Analítico	Sintético
Procedimento	Simplifica o fenómeno	Aceita a complexidade da necessidade
Resultado	Conhecimento generalizável	Objeto particular

Quadro 2.1. Diferenças entre Ciência e Tecnologia

Apesar das evidentes diferenças e individualidade próprias, a Ciência e a Tecnologia são atividades humanas profundamente enredadas que apresentam articulações, o que leva a que possam ser considerados dois tipos de abordagem: um que coloca na Ciência o papel principal, sendo a Tecnologia uma aplicação da Ciência e uma outra abordagem em que a Tecnologia é perspectivada como precedente à Ciência. Cachapuz & Praia (2005) pensam que, atualmente, a abordagem mais adequada é a que coloca ambas numa situação de simbiose, pois os esforços de uma são contributos para a outra. É da interação saudável entre estas duas entidades que surgem inovações e o mundo evolui a uma velocidade estonteante. Atualmente também não é possível pensar no conhecimento científico fora do contexto da sociedade e do desenvolvimento tecnológico atual (Cachapuz & Praia, 2005). Assim, cada vez faz mais sentido falar no trinómio CTS, pois as interações prolongam-se com consequências para a sociedade. Todavia, como refere Santos (2001), as relações entre a Tecnologia e a Sociedade não podem ser perspectivadas apenas como relações benéficas, de eficácia, mas como um conjunto de condições com impactos sociais que devem ser cuidadosamente interpretados.

O movimento CTS surgiu nos Estados Unidos, na década de sessenta do século XX, como resposta à crise que começou a aflorar no entendimento coletivo das relações existentes entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (Membiela, 2001). A origem desta crise relacionou-se com uma crescente consciencialização para o facto de a Ciência ter adquirido uma nova natureza e uma nova influência na Sociedade. Solomon (1993) considera que o novo entendimento social da Ciência traduziu-se, entre outros aspetos, por uma reavaliação da neutralidade do processo de construção do conhecimento científico. Esta mudança epistemológica está profundamente relacionada com o impacto que a Ciência teve no equipamento bélico e, mais tarde, no ambiente e criou a necessidade de transpor para o meio científico aspetos como a noção de responsabilidade e de ética. Deste modo,

gradualmente se construiu a noção atual que se tem de Ciência e das suas relações com a Sociedade e a Tecnologia e cresceu a consciência da importância desta visão estar incorporada no ensino das Ciências. Em 1982, a *National Science Teachers Association* (NSTA) publicou um artigo descrevendo que uma literacia científica pressupunha a compreensão e o conhecimento das conexões e interdependências entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (Zeidler *et al.*, 2005). Recentemente, alguns cientistas defenderam a junção de mais um domínio nesta trilogia, passando a ser também conhecida por CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) (Zeidler *et al.*, 2005).

Segundo Ziman (1994), citado em Cachapuz, Praia, Paixão & Martins (2000), a educação CTS pode traduzir-se numa multiplicidade de abordagens, cada uma delas procurando introduzir os alunos num aspeto particular da ciência e do seu contexto social. São essas abordagens: a transdisciplinar (procura integrar as ciências e apresentar o conhecimento como uma unidade – conceção holística da Ciência); a histórica (mostra como a ciência e a tecnologia evoluíram conjuntamente com a sociedade); a social (releva a ciência e a tecnologia como empreendimentos sociais); a epistemológica (discute a natureza do próprio conhecimento científico, os seus limites e a validade dos seus enunciados); e a problemática (seleciona grandes temas-problema da atualidade como contextos de relevância para o desenvolvimento e aprofundamento de conceitos). Esta última tem sido a abordagem mais seguida, eventualmente por ser a que, aos olhos dos não especialistas, mais aproxima a ciência, a tecnologia e a sociedade. É também a que viabiliza abordagens de cariz multidisciplinar, uma vez que a resolução de problemas exige, quase sempre, a convergência de diferentes áreas do saber.

É possível compreender que, tendo em conta os pressupostos e postulados da conceção CTS, esta perspetiva prepara os alunos para a literacia científica, designadamente por ter em conta o processo de construção do conhecimento científico numa perspetiva de ação, pois as aprendizagens tornam-se úteis para o quotidiano, no sentido em que abordam situações-problema do dia-a-dia, que facilitam a consolidação dos conhecimentos e promovem a reflexão sobre os processos da ciência e da tecnologia, relacionando-as com a sociedade (Cachapuz, Praia & Jorge, 2000).

Esta conceção tem de estar presente nos currículos e programas das disciplinas da área das ciências que devem contemplar outras dimensões do conhecimento científico para além da dimensão concetual, tais como aspetos da natureza da Ciência, da relação Ciência-Sociedade, da relação Ciência-Tecnologia e da relação Ciência-Ética (Martins, 2003). Como já mencionado anteriormente, o currículo nacional do Ensino Básico e os programas das disciplinas de Biologia e Geologia e de Biologia contemplam já uma perspetiva CTS na abordagem dos conteúdos, pretendendo-se que esta abordagem seja transversal.

Evidentemente, a colocação em prática de um ensino das Ciências, segundo uma perspetiva CTS, comporta uma série de vantagens e inconvenientes. Entre as dificuldades assinaladas mencionam-se as seguintes (Cheek, 1992, citado em Membiela, 2001): (a) a especialização disciplinar que os professores recebem na sua formação colide com a ênfase interdisciplinar que se pretende na perspetiva CTS; (b) as conceções prévias desadequadas dos alunos e dos professores sobre a Ciência e os cientistas; (c) a ausência de investigação que ofereça resultados claramente positivos da aplicação prática do ensino CTS; (d) a possível diminuição do número de conceitos

científicos adquiridos, o que pode comprometer seriamente os resultados académicos posteriores dos alunos; e (e) o medo dos professores em perderem a sua identidade, definida pelo seu papel como iniciadores dos alunos à Ciência.

Relativamente às vantagens de um ensino das Ciências de carácter CTS, encontram-se as seguintes, obtidas a partir de investigação (Aikenhead, 1992, citado em Membiela, 2001): (a) uma melhoria na compreensão dos aspetos sociais da ciência e das inter-relações entre a Ciência e a Tecnologia e entre a Ciência e a Sociedade; (b) uma melhoria nas atitudes dos alunos para com a Ciência, para com os cursos científicos, para com a aprendizagem do conteúdo CTS e para com os métodos de ensino que utilizam a interação entre os alunos; (c) não são comprometidas, de maneira importante, as aquisições pelos alunos das matérias tradicionais de que necessitam para passar para níveis superiores da educação científica (embora este autor refira que isto se aplica essencialmente aos alunos especialmente brilhantes).

Outros autores também se pronunciaram e explanaram os seus argumentos sobre a importância da perspetiva CTS no EC. Zeidler *et al.* (2005) considera que a ciência teria maior significado para os alunos quando estudada em contextos que evidenciassem as suas influências na tecnologia e a tecnologia, por sua vez, na sociedade. Aikenhead (1994) citado em Zeidler *et al.* (2005) define, sucintamente, que a conceção CTS no ensino das ciências transmite a imagem de conhecimento socialmente construído, enfatizando os factos básicos e as competências através da integração do conceito de ciência em contextos sociais e tecnológicos significativos para os estudantes.

Magalhães & Tenreiro-Vieira (2006) corroboram esta perspetiva, afirmando que a orientação CTS despoleta uma imagem mais completa e mais real da Ciência e uma atitude mais positiva face à Ciência e à sua aprendizagem, pois aproxima o EC às necessidades dos alunos como membros de uma sociedade cada vez mais desenvolvida científica e tecnologicamente. Esta imagem mais completa e contextualizada da Ciência contribui para melhorar a atitude e a motivação dos alunos face à sua aprendizagem. Para Cachapuz, Praia & Jorge (2000) a conceção CTS apresenta-se, ainda, como uma aposta com futuro e uma via promissora em termos de maior motivação dos alunos e da sua melhor preparação para darem uma resposta mais adequada aos problemas científicos e tecnológicos decorrentes das características peculiares do mundo contemporâneo.

O ensino CTS contempla os assuntos que fazem parte da sociedade, relacionando-os com a ciência e a tecnologia, o que ajuda a *“preparar melhor os alunos para a compreensão do mundo e das inter-relações do conhecimento científico e tecnológico na sociedade”* (Martins, 2002, p. 20).

De acordo com Santos (2004), este tipo de abordagem permite envolver e *“equipar os alunos com um conjunto de ferramentas (conhecimento e compreensão, competências e atitudes, valores e disposições) que os habilitem a participar, ativa e sensivelmente, nos papéis e responsabilidades que irão encontrar na sua vida futura”* (p. 20). Já segundo Galvão & Freire (2004), a perspetiva CTS na educação *“levará a possibilidade de análise do papel social da ciência e da tecnologia, tornando-as acessíveis aos cidadãos, bem como à aprendizagem social da participação pública nas decisões relacionadas com os temas tecnológicos e científicos”* (p. 33).

O papel do professor num contexto CTS é de um elemento essencialmente motivador para os conhecimentos científicos, criando interrogações e desenvolvendo a criatividade. Esta perspetiva requer, também, uma formação contínua por parte dos professores, no sentido de se atualizarem sobre os mais recentes paradigmas da Ciência e do ensino das Ciências.

Em suma, *“a orientação CTS num currículo de Ciências pressupõe uma abordagem que, valorizando o quotidiano para um ensino contextualizado, contribua para uma melhor educação para a cidadania, onde aspetos ligados ao ambiente, à saúde e ao consumo são de reconhecido interesse.”* (Martins & Veiga, 1999, p. 15).

2.3. METODOLOGIAS CONSTRUTIVISTAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

“A educação científica atual é claramente de natureza construtivista.”

Bonito, 2010, p. 86

O EC e a educação em geral devem contribuir para a plena realização individual em harmonia com o socialmente aceite. O desenvolvimento de um processo de ensino-aprendizagem que cumpra plenamente as ambições da conceção CTS do ensino das Ciências deverá realizar-se segundo estratégias que promovam uma aprendizagem significativa, o que poderá ser conseguido através da implementação de metodologias construtivistas.

Neste ponto torna-se importante citar Moreira (2004) pois a sua dissertação de mestrado consistiu num estudo sobre as implicações dos projetos CTS. Segundo este, baseando-se em dados de outros autores, como Saha (2000), *“apostar numa perspetiva de ensino-aprendizagem CTS significa apostar numa formação de indivíduos científica e tecnologicamente aptos e preparados para o exercício da cidadania”* (p. 41) É neste sentido que o modelo construtivista se apresenta como um princípio fundamental da perspetiva de ensino-aprendizagem em CTS, na medida em que tem em conta as conceções prévias dos alunos, centra os seus esforços na conceptualização e metodologia científica e assume um envolvimento da história e filosofia da Ciência, ao considerar a Ciência como uma atividade humana em permanente evolução (*ibidem*).

Os atuais currículos vigentes defendem, como já foi referido, uma índole construtivista, que, à semelhança do anteriormente exposto, pode ser uma mais-valia para a docência. Torna-se, assim, pertinente mencionar razões efetivas para a adoção de metodologias construtivistas no ensino das ciências.

O termo construtivismo é atualmente alvo de uso frequente no estudo do ensino das Ciências. Alguns autores (Gil-Pérez *et al.*, 2002) defendem que o construtivismo, entendido como uma perspetiva orientadora da investigação em ensino das ciências, merece ser atualmente considerado

como um paradigma emergente desta área científica. Esta posição está relacionada com o consenso que a perspectiva construtivista tem trazido para esta área científica, através de uma crescente unificação e integração de distintas linhas de investigação.

Segundo Gil-Pérez *et al.* (2002) é possível afirmar que o construtivismo se assume como uma teoria convergente e unificadora no campo do ensino das ciências. A perspectiva construtivista pode ser entendida como uma proposta de atuação no campo do ensino das ciências que contempla uma participação ativa dos alunos na construção do conhecimento e não uma simples receção passiva de conhecimento previamente elaborado, fornecido pelo manual ou pelo professor. A investigação realizada tem vindo a mostrar que a utilização de estratégias de ensino-aprendizagem que envolvam os alunos num processo de investigação orientada e que permitam a sua participação na (re)construção do conhecimento tende a favorecer uma aprendizagem mais eficiente e significativa.

Esta corrente integra a contribuição de Vygotsky sobre a zona de desenvolvimento potencial e o papel do professor no processo de ensino-aprendizagem, pois, naturalmente, o aluno isoladamente não tem a possibilidade de construir todo o conhecimento científico (Gil-Pérez *et al.*, 2002). O que é possível fazer é envolver o aluno em estratégias de ensino-aprendizagem que correspondam a um processo de investigação orientada. Desse modo, ao aluno cabe (re)construir o seu próprio conhecimento, criando uma mais estreita ligação com os conceitos a adquirir, o que, em princípio, contribui para uma aprendizagem mais significativa. Também os mesmos autores utilizam a metáfora *aprendiz de investigador* para descrever o papel do aluno. Isto porque, tal como um aprendiz de investigador, o aluno envolve-se numa investigação orientada, num campo muito bem conhecido pelo *diretor da equipa de investigação* (o professor), na qual os resultados parciais e embrionários obtidos pelos alunos são reforçados, completados ou até questionados. Numa perspectiva construtivista, uma estratégia investigativa dever-se-á iniciar pela formulação de um problema. Esse problema, mesmo que não seja formulado pelos alunos, deve ser-lhes significativo e constituir uma questão problematizante e motivadora que os orientará no processo de investigação. Este aspeto está relacionado com o processo de construção do conhecimento científico. De um ponto de vista científico, é essencial associar a construção de conhecimento com um problema, pois como afirma Bachelard (1938, citado em Gil-Pérez *et al.*, 2002), “*todo o conhecimento é a resposta a um problema*” (p. 566).

Torna-se também claro que a utilização de estratégias investigativas passa pela implementação e promoção de uma adequada interação social no seio da sala de aula. Se a intenção é envolver o aluno num processo de investigação orientada, então há que orientá-lo e isso exige e produz interação aluno-professor. Além disso, no seu envolvimento numa estratégia investigativa, os alunos interagem mutuamente. Estes dois aspetos vêm ao encontro de um entendimento do processo de ensino-aprendizagem como um processo eminentemente social, o que no seu todo pode ser entendido como construtivismo social. Esta linha de investigação tem como base a teoria de Vygotsky e sugere que o conhecimento é construído socialmente e mediado pelo contexto sociocultural e histórico (Pires, 2001). À luz do construtivismo social, a função do professor é servir de orientador das múltiplas interações que se estabelecem, providenciando um conjunto de recursos qualificados e cuidadosamente selecionados, no sentido de promover o desenvolvimento do aluno. Utilizando a nomenclatura conceptual desenvolvida por Vygotsky, cabe ao professor criar e gerir a “zona de

desenvolvimento proximal”, definida por este autor como a distância entre o nível de desenvolvimento real de uma criança, determinado pela realização independente de problemas, e o nível mais elevado de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de problemas com orientação de um adulto ou em cooperação com pares mais capazes (Pires, 2001).

O papel da zona de desenvolvimento proximal na aprendizagem está relacionado com o facto de Vygotsky considerar que a instrução deve ser encarada mais como um meio para promover o desenvolvimento, do que como consequência do desenvolvimento. Esta posição permite considerar que o professor deve criar e aplicar atividades que levem o aluno a trabalhar no seio da sua zona de desenvolvimento proximal. Ao fazê-lo, o professor está a promover o desenvolvimento cognitivo do aluno que, em caso contrário, não sofreria o impulso motriz criado pela estimulação da zona de desenvolvimento proximal. Torna-se, assim, clara a importância de implementar um adequado nível de exigência conceptual que, embora dentro de certos limites, deverá ser tendencialmente elevado.

De modo a promover processos de interação social que deem origem à zona de desenvolvimento proximal dos alunos, é essencial desenvolver atividades que incluam trabalho em grupos heterogêneos, promovendo a interação entre pessoas com histórias sociais, culturais, interesses, vivências e conhecimentos diferentes.

Neste sentido, tendem a ser abandonadas as teorias impostas durante muitos anos segundo as quais o ensino das ciências nos diferentes níveis de escolaridade esteve centrado na memorização de conteúdos (factos e leis), na realização de atividades de mecanização e na aplicação de regras à resolução de questões semelhantes às anteriormente apresentadas e resolvidas pelo professor (Costa, 1999). Esta visão mecanicista entendia as ciências como um corpo organizado de conhecimentos e regras a aprender e a aplicar sem qualquer ligação com a realidade (Domingos, Neves & Galhardo, 1987). Tal como menciona Costa (2000), também eram esquecidos os conhecimentos adquiridos pelos alunos fora da escola, conhecimentos esses que, juntamente com as suas concepções e atitudes, influenciam fortemente a aprendizagem. Para que o aluno seja perspectivado como uma entidade única e individual, com diferentes ritmos de aprendizagem e dificuldades próprias e particulares, Cachapuz, Praia & Jorge (2002) afirmam que há que partir de situações reais, embebidas nos contextos social e cultural dos alunos, para os levar a adquirir competências no exercício das suas funções laborais e civis. Já Galvão (2002) refere a importância da mobilização integrada de conhecimentos.

A comunidade educativa reconhece, hoje, que um ensino mecanicista conduz a uma aprendizagem insuficiente e limitativa, ao desinteresse e ao consequente insucesso dos alunos. O que se propõe, presentemente, não é renunciar à aquisição de conhecimentos por parte dos alunos, mas antes é estimular o desenvolvimento de um conjunto de atitudes e capacidades tais como saber aprender, pesquisar, seleccionar informação, concluir e comunicar. Num mundo em evolução cada vez mais rápida, é preciso que os alunos investiguem, questionem, construam conhecimentos, utilizem novos meios tecnológicos e, sobretudo, ganhem autonomia ao longo da aprendizagem adquirindo, assim, a capacidade de resposta às situações novas que irão encontrar no futuro (Costa, 2000).

Como já vimos anteriormente, a perspectiva CTS de ensino proporciona um envolvimento mais ativo dos alunos nas atividades desenvolvidas na sala de aula e, consequentemente, uma maior

participação dos mesmos nestas atividades. Além disso, este método de ensino promove a interligação entre diferentes áreas disciplinares, tal como dizem Cachapuz, Praia & Jorge (2002), esta perspectiva faculta a *“inter e transdisciplinaridade”*, pois existe a *“necessidade de compreender o mundo na sua globalidade e complexidade”* (p. 173). Para Ziman (1994), citado em Cachapuz, Praia & Jorge (2002), pode *“traduzir-se numa multiplicidade de abordagens, vistas como complementares, cada uma delas procurando introduzir os alunos num aspeto particular da Ciência no seu contexto social”* (p. 174).

Exige-se que a perspectiva CTS, na atualidade, seja implementada cada vez mais na sala de aula, pois esta ajuda a formar cidadãos ativos na sociedade, a estimular o *“desenvolvimento intelectual e moral dos alunos”* (Sequeira, 2004, p. 180), de forma a auxiliá-los a tornarem-se indivíduos independentes e com capacidade crítica. Pretende-se que os alunos tenham competências de análise, de síntese e de avaliação da informação.

Tendo em conta as finalidades desta conceção, é possível definir um conjunto de estratégias de ensino-aprendizagem que, pelas suas características, se adequam à promoção de um ensino das Ciências segundo a perspectiva CTS. Assim, Aikenhead (1988, citado em Membiela, 2001) e Solomon (1989, citado em Membiela, 2001) sugerem algumas das seguintes metodologias: aprendizagem cooperativa, atividades de discussão centradas no aluno, resolução de problemas e exercícios de tomada de decisão.

Conhecendo a multiplicidade de metodologias e estratégias inseridas em contextos construtivistas que têm em conta a conceção CTS e, por não ser objetivo enunciar e explanar todas essas estratégias, seguem-se três metodologias ativas que pretendem enfatizar a conceção CTS, fazendo presença efetiva nas práticas letivas dos docentes das áreas das ciências.

2.3.1. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A Metodologia de Resolução de Problemas (RP), também conhecida por *“aprendizagem baseada em problemas”* ou abordagem *Problem-Based Learning*, foi desenvolvida no seio das escolas médicas americanas. Este método de ensino consiste num encaminhamento do aluno por parte do professor de modo a que este possa levantar as suas próprias dúvidas e questões e seja capaz de as resolver (Peixoto *et al.*, 2006). A RP *“é de importância fundamental por permitir desenvolver não só conhecimento conceptual, mas também conhecimento processual e competências que, muitas vezes, os cidadãos têm de mobilizar quando enfrentam problemas no seu quotidiano (selecionar, prever, recolher informação, planejar, formular hipóteses, controlar variáveis,...)”* (Martins & Veiga, 1999, p. 15).

O quadro seguinte apresenta, de forma sintetizada, o percurso de um ensino orientado para a resolução de problemas segundo West (1992), citado em Batista (2010):

Fase	Características
1	Apresenta-se o problema; Identificam-se os temas a explorar; Definem-se os objetivos da aprendizagem; Planifica-se o trabalho.
2	Os estudantes trabalham as questões.
3	Os estudantes apresentam e discutem os resultados; Efetua-se uma síntese final dos conhecimentos obtidos; Avalia-se todo o processo.

Quadro 2.2. Organização do ensino orientado para a resolução de problemas

O quadro anterior pretende mostrar a organização do ensino para a resolução de problemas, evidenciando quatro pilares fundamentais: pesquisar, resolver, criar e partilhar. Na primeira fase os alunos identificam os problemas e as questões a investigar após a leitura de artigos procedentes de jornais ou revistas científicas ou de materiais cedidos pelo professor que contenham o contexto problemático pretendido. Tendo em conta o(s) problema(s) e os objetivos de aprendizagem, planificam-se e implementam-se os planos de investigação. Através da discussão em grupo, sempre orientada pelo professor, surgem as soluções que na última fase são apresentadas e discutidas em turma. É com base na discussão, na reflexão e na validação das respostas encontradas que nascem as conclusões. A síntese final deve ser da responsabilidade do professor, que deve enfatizar as aprendizagens sobre conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Apesar de parecer que é o aluno apenas quem tem o papel ativo neste processo, cabe ao professor toda a sua orientação, devendo ter especial atenção na identificação e elaboração dos materiais a fornecer aos alunos, tanto materiais sobre o contexto problemático pretendido, como materiais de pesquisa. Também é o professor que apoia os grupos de alunos, auxiliando-os e orientando-os na clarificação das questões, na implementação das estratégias de resolução e na criação de condições favoráveis à aprendizagem por parte de todos os elementos do grupo. Pode, até, dividir os grupos para que cada um dos grupos trabalhe num subproblema específico ou em vários problemas diferentes que contribuirão para um tema globalizante. Na última parte da estratégia, o docente assume o papel principal, sendo de fulcral importância para a aprendizagem dos alunos a síntese e as conclusões veiculadas. Contudo, esta última fase não retira o mérito da aprendizagem como resultado de processo de trabalho desenvolvido pelos alunos (Batista, 2010).

Watts (1989), citado em Jorge (1992), também preconiza o uso de estratégias de resolução de problemas nas aulas de ciências. Segundo este autor, as questões levantadas na sala de aula quer pelos alunos quer pelo professor, "*podem constituir problemas, servindo de motor à elaboração de hipóteses e ao nascimento de pequenos projetos de pesquisa participados pelos alunos, desde o seu planeamento à consecução e avaliação*" (p.38).

Bonito (2011) define uma série de etapas sequenciais que devem ser seguidas na concretização de trabalhos no âmbito da RP, as quais se encontram expressas na figura seguinte, da autoria do referido autor.

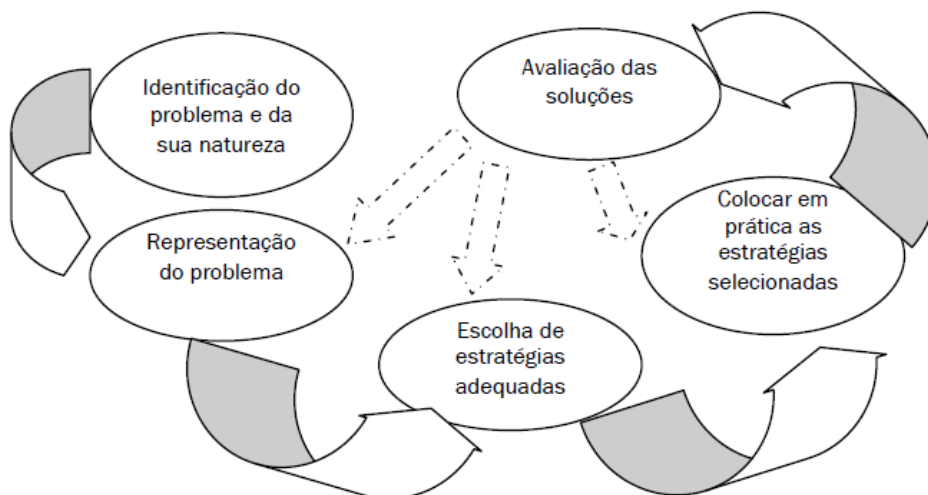


Figura 2.1. Estádios de um processo de resolução de problemas

Este tipo de aprendizagem contraria as normais metodologias que partem do abstrato para o concreto, ou seja, primeiramente o professor mostra os conceitos e só depois os comprova. Na RP, tal como na construção da Ciência, o problema vem em primeiro lugar e orienta os alunos de modo a que estes necessitem de adquirir e mobilizar conhecimentos para a sua resolução, compreendendo, desta forma, os princípios e os conceitos científicos e a sua resolução. Neste tipo de metodologias salienta-se a importância da seleção do problema que será colocado aos alunos. Este deverá ser do seu interesse e os discentes devem considerar relevante a sua resolução. Estas conclusões foram retiradas da dissertação de mestrado de Batista (2010), a qual apresenta uma proposta de abordagem curricular centrada na aprendizagem baseada na Resolução de Problemas.

Uma vertente importante dada por Novais & Cruz (1989) defende que as escolas devem orientar-se para ensinar aos alunos a resolverem problemas, mais do que estarem preocupadas em que os alunos adquiram um corpo de conhecimentos. Ao serem orientados para a RP os alunos, adultos de amanhã, serão capazes de equacionar as diferentes questões com que são confrontados e resolvê-las de forma consciente e racionais. Na mesma linha de pensamento, Bueno (2006), defende que o ensino orientado para a RP permite aos estudantes desenvolver pensamento crítico, bem como capacidades de agir de forma independente, o que os torna cidadãos mais ativos, mais criativos e mais maduros na tomada de decisões. Santos & Infante – Malachias (2008) consideram que o estudante, ao expor os seus conhecimentos, vivencia estratégias de aprendizagem e momentos de metacognição essenciais para a sua futura prática profissional, bem como desenvolve a capacidade de tomar decisões conscientes e refletidas num curto espaço de tempo. Isto permite que o estudante possa desenvolver uma das competências mais importantes a considerar durante a sua formação, ou seja, aprender a aprender.

Deste modo, é possível concluir que na construção do currículo de ciências é conferido um papel relevante à resolução de problemas. Assim, através desta estratégia, é possível que os futuros cidadãos desenvolvam competências que lhes permitam resolver questões problemáticas no seu

quotidiano (Vasconcelos *et. al.*, 2007), estimulando, ao mesmo tempo, o trabalho em grupo e a criatividade.

Esta metodologia ativa facilita a exploração das interações segundo uma perspectiva CTS. Martins & Veiga (1999) sintetizam, na figura seguinte, a forma como se pode implementar estes dois conceitos, pois ao trabalhar com estratégias de RP o aluno está mais próximo do verdadeiro carácter da Ciência.

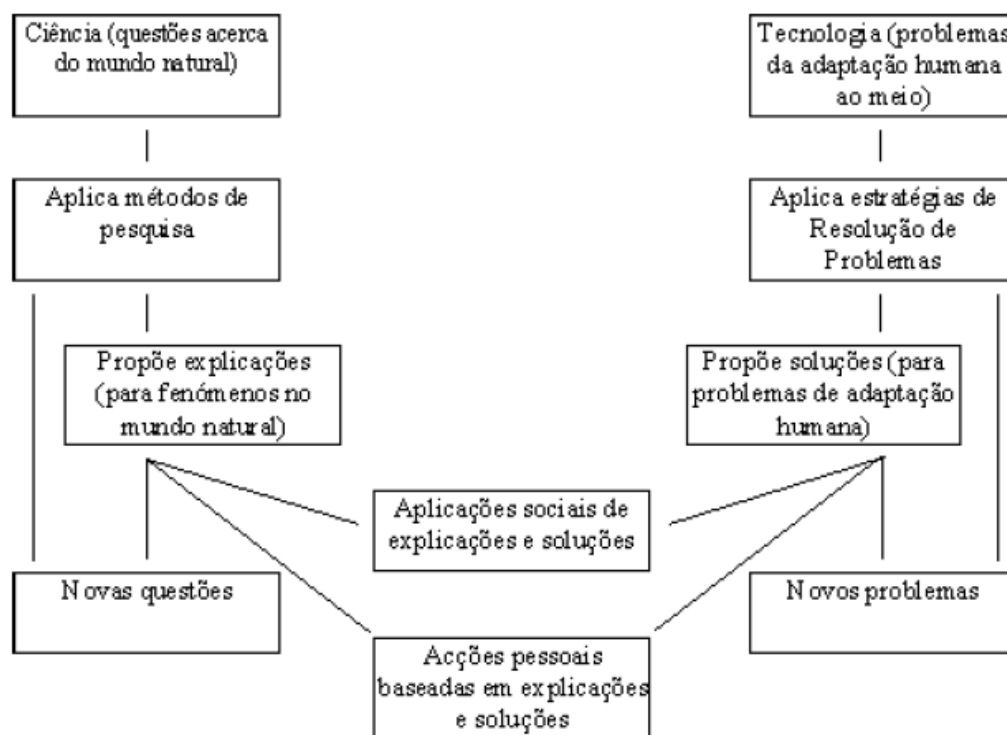


Figura 2.2. Perspetiva CTS e Resolução de Problemas

Resumem-se, seguidamente, e de acordo com Batista (2010), o qual elabora uma síntese que se considera interessante na sua dissertação de mestrado, algumas vantagens da aplicação de uma metodologia com base na resolução de problemas:

- levar em consideração a forma como os alunos aprendem, pois a aprendizagem torna-se mais efetiva e significativa quando os alunos estão ativamente envolvidos;
- refletir sobre a inter-relação Ciência, Tecnologia e Sociedade e para o reconhecimento das Ciências como conhecimento em desenvolvimento permanente e inacabado;
- incentivar a realização pessoal mediante o desenvolvimento de atitudes de autonomia, rigor, objetividade e cooperação;
- proporcionar aos alunos a aquisição de conhecimentos básicos que os tornem capazes de compreender problemas científicos e tecnológicos.

Reconhecendo as vantagens da resolução de problemas é necessário, de uma forma resumida, apresentar orientações que devem ser tidas em conta aquando da planificação de estratégias baseadas na corrente RP. Bond (1985), West (1992) e Lambros (2004), também citados em Batista (2010), referem as seguintes:

- usar material estimulante para ajudar os alunos a formular ou discutir um problema ou um tema interessante na sua perspectiva;
- apresentar o problema, enunciado de forma curta, como simulação de uma prática profissional ou situação da vida real;
- orientar apropriadamente os alunos para o pensamento crítico e auxiliar em todo o processo de ensino-aprendizagem;
- fornecer fontes de pesquisa limitadas, garantindo que o material de pesquisa disponibilizado contém a informação necessária. Podem ser dadas algumas referências extra para posterior consulta;
- promover o trabalho cooperativo, fomentando a partilha de dúvidas, críticas e conhecimentos;
- reaplicar a aprendizagem conceptual conseguida no trabalho com os problemas aos problemas iniciais e avaliar o processo de aprendizagem, tendo em conta uma perspectiva integradora da Ciência.

Sobre esta temática é relevante apresentar, ainda, algumas das dificuldades inerentes à implementação da RP em contexto escolar. Boud & Feletti (1997) defendem que estas dificuldades consistem, sobretudo, (a) nas dificuldades associadas à adequação dos problemas utilizados (o uso de problemas inadequados ou inteligíveis para os alunos é um entrave para a formulação de questões e para a motivação dos alunos); (b) nas dificuldades inerentes ao insuficiente investimento no desenho, preparação e constante renovação das fontes de aprendizagem (as fontes de informação podem não ser pertinentes ou terem informação dúbia ou não serem fidedignas); (c) nas dificuldades decorrentes do fraco investimento dos estudantes na resolução dos problemas (os alunos podem sentir que este tipo de estratégias não trará vantagens na obtenção de resultados da avaliação sumativa); (d) nas dificuldades associadas às características dos alunos e dos grupos de trabalho (alunos desmotivados, com ritmos de aprendizagem diferentes); (e) nas dificuldades associadas ao desempenho do professor (o professor necessita de possuir competências pedagógicas para orientar e guiar os alunos neste processo); (f) nas dificuldades associadas ao tempo despendido nas várias fases do ensino (o professor deve monitorizar e controlar o tempo utilizado em cada fase, tendo em conta que a distribuição do tempo não tem de ser uniforme, mas sim adaptada a cada trabalho a ser desenvolvido); e (g) nas dificuldades ligadas aos instrumentos utilizados (são necessárias ferramentas de análise, instrumentos e parâmetros de avaliação adequados a estas estratégias).

Resumindo, as metodologias RP respondem a uma conceção CTS e contém uma perspectiva construtivista, pois dão ao aluno o papel principal na construção do seu próprio conhecimento, trazendo benefícios indiscutíveis para aquilo que se pretende com o Ensino das Ciências.

2.3.2. TRABALHO PRÁTICO

Para muitos, Ciência é fazer experiências. Currículos, orientações curriculares e manuais escolares exibem inúmeras sugestões de experiências. Cientistas e investigadores conceituados

reivindicam e propagandeiam as suas vantagens cognitivas e motivacionais. Alunos exigem maior número de experiências, referindo a contrapartida da obtenção de melhores desempenhos escolares. Miguéns (1991) e Millar (1991), citados em Bonito (2003), escreveram que a característica do ensino das ciências, que o faz distinto dos outros ensinamentos, são as aulas em laboratórios, onde os professores fazem investigações e demonstrações. Todavia, há que enquadrar as experiências como aprendizagens significativas e nem tudo o que parece, à primeira vista, se trata de uma experiência. Também existem vários conceitos associados, tais como trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental. Assim, importa, ainda, fazer uma clara e inequívoca distinção entre estes conceitos que são utilizados de forma difusa e indistinta, pois, como afirmam Cachapuz, Praia & Jorge (2004), *“a Ciência é sempre sobre qualquer coisa. O que significa que é tão discutível usar o trabalho experimental simplesmente para ilustrar conceitos (que provavelmente podem ser aprendidos mais vantajosamente de outro modo) como usá-lo para desenvolver competências em abstrato. Qualquer alternativa deve pois envolver de um modo ou de outro o diálogo complexo e nunca acabado entre saberes conceituais e metodológicos; o trabalho experimental, nos seus vários formatos, é um instrumento privilegiado”* (p. 374).

Neste sentido, pretende-se discutir a definição e as distinções, bem como vantagens do trabalho prático (TP), pois existe um forte debate e reflexão na área da investigação do EC.

O TP é um conceito lato, abrangente e integrador, referindo-se às atividades em que o aluno está ativamente envolvido em termos cognitivos, psicomotores e/ou afetivos, e envolve o trabalho laboratorial, o trabalho de campo e o trabalho experimental. A diferença entre trabalho laboratorial e trabalho de campo consiste num critério relacionado com o local onde se realizam as atividades. O primeiro ocorre no laboratório ou num local específico da escola desde que estejam reunidas as condições necessárias à sua realização, o segundo realiza-se ao ar livre ou num espaço exterior ao edifício escolar (Leite, 2001). O trabalho experimental não tem em conta a localização mas sim se envolve controlo e manipulação de variáveis (Hodson, 1994), podendo estar associado ao trabalho laboratorial ou ao trabalho de campo. Esta conceção é visível na seguinte figura adaptada de Leite (2001).

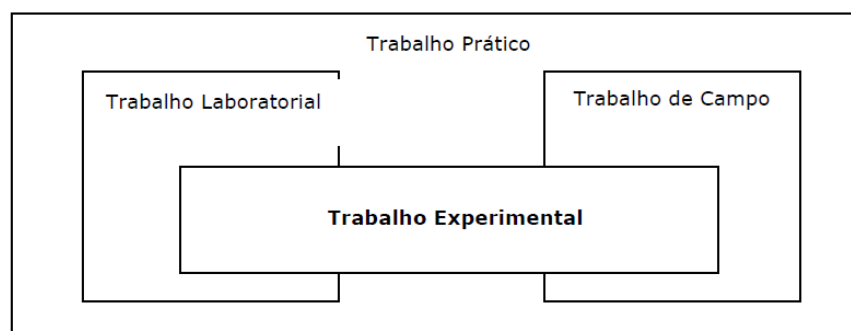


Figura 2.3. Relação entre os vários tipos de trabalho prático

De modo a realçar a diferença entre trabalho laboratorial e trabalho experimental, Tavares (2006), o qual foi consultado no âmbito do estudo sobre atividades práticas, refere o seguinte exemplo ilustrativo. A observação de células ao microscópio é uma atividade prática, pois envolve

ativamente os alunos na sua concretização e, como existe manipulação de materiais laboratoriais e ocorre em contexto laboratorial, é considerada como trabalho laboratorial. Já a observação de células ao microscópio, quando sujeitas aos efeitos de meios salinos com diferentes concentrações, é um trabalho experimental, pois envolve o estudo de variáveis e seus efeitos.

Miguéns (1991) também se pronunciou sobre esta temática, fazendo as distinções entre os vários tipos de trabalho referido anteriormente. Trabalho prático ou atividade prática incluem trabalhos realizados pelo professor, quando realiza demonstrações, ou pelos alunos, quando fazem exercícios ou experimentações exploratórias simples, rápidas e quantitativas, designadamente quando realizam uma série de procedimentos induzidos e pré-determinados pelo professor. As atividades práticas incluem ainda o trabalho de campo, onde os alunos observam, recolhem material, experimentam fora da escola num ambiente natural, mas também em museus e locais industriais e as investigações ou projetos, verdadeiros trabalhos práticos, úteis e compensadores, onde os alunos estão envolvidos numa resolução de problemas.

Martins & Veiga (1999) defendem que as atividades de TP deveriam ser vistas pelos professores como estratégias facilitadoras do desenvolvimento conceptual dos alunos, proporcionando a compreensão de aspetos particulares do método científico, do papel da observação e da teoria, do estatuto epistemológico da hipótese, do impacto científico, tecnológico e social de uma ideia e do relevo da História da Ciência. Neste sentido, Tavares (2006), que também se debruçou sobre o trabalho prático, sintetiza os principais motivos para a realização de trabalhos práticos, o que pode ser visto como as principais vantagens para o processo de ensino-aprendizagem deste tipo de metodologias, pois permitem:

- motivar os alunos, estimulando o seu interesse;
- ensinar competências procedimentais;
- melhorar a aprendizagem do conhecimento científico;
- desenvolver atitudes científicas.

Para alicerçar a implementação de TP, Hodson (1994) enumera uma série de atividades em que os alunos desempenham um papel ativo, logo podem ser consideradas como trabalho prático. São exemplos de atividades práticas, para além do trabalho de laboratório e do trabalho de campo, os debates e as representações de papéis (*role-playing*), as pesquisas de informação, a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), a elaboração de modelos, artigos e cartazes, a resolução de exercícios e de problemas, entre outras. Nestes trabalhos podem ser utilizadas estratégias de experimentação (implica testar hipóteses e manipular variáveis), demonstração, exercitação e investigação (centradas na resolução de problemas). Apesar das múltiplas atividades práticas darem ênfase ao trabalho do aluno, o papel do professor continua a ser de extrema importância na organização destas atividades, o que nem sempre é uma tarefa simples, e na orientação dos alunos, de modo a possibilitar aos alunos a perceção de uma infinidade de processos relacionados com a atividade científica.

Vários autores consideram a importância da implementação de uma diversidade de atividades práticas no quotidiano das aulas das disciplinas da área das Ciências. Porém, estas atividades não se podem centrar na mera ilustração ou verificação de conceitos, pois este tipo de estratégias transmite

uma ideia errónea e facilitadora da Ciência, como um conhecimento já construído, inalterado e acabado, não tendo em conta as inevitáveis interligações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, ou seja, menosprezando a concepção CTS. Tal como a própria Ciência, e a concepção CTS, as TP devem ser impulsionadas para a exploração, investigação e resolução de problemas (Martins & Veiga, 1999).

Apesar do tão falado trabalho experimental, sobretudo ao nível de graus mais superiores, como o ensino secundário, os docentes tentem a utilizar este tipo de estratégias de formas pouco investigativas e muito demonstrativas, apresentando como motivos as vicissitudes inerentes à profissão, nomeadamente a falta de tempo para a lecionação dos conteúdos programáticos obrigatórios, o escasso número e variedade de recursos materiais, o comportamento pouco exemplar dos discentes em contextos laboratoriais, a falta de motivação / formação dos profissionais de ensino, entre outros. Marques (2005) corrobora a opinião, afirmando que a falta de materiais e de espaços para a realização deste tipo de atividades, a ineficácia da formação contínua fornecida e, sobretudo, a inexistência de manuais escolares com atividades experimentais de qualidade e igualmente atrativas aos alunos condicionam a implementação deste tipo de metodologias. Também Tavares (2006) aponta incorreções na utilização do trabalho experimental na prática letiva dos docentes. Normalmente, o trabalho prático experimental quer o executado pelo professor, quer pelo aluno é esporádico e ilustrativo, confirmando a teoria anteriormente explicada pelo professor, o que leva a que seja apenas um complemento da transmissão de conhecimentos e que se centre o EC nos conteúdos. As atividades são concretizadas segundo um guião ou procedimento experimental com um grau de abertura reduzido e a observação é considerada fundamental, neutra e rigorosa. Este trabalho experimental e mesmo o trabalho laboratorial devem estar relacionados com conteúdos procedimentais das ciências, como a observação, o planeamento de vias de investigação, a manipulação de aparelhos, a recolha de dados e a interpretação de resultados, devendo ser registados sobre a forma de um diário de laboratório ou de um relatório. Tendo em conta que este tipo de atividades podem ser complexas e dispendiosas em termos de recursos e tempo, Martins & Veiga (1999) propõem a utilização de recursos didáticos alternativos, designadamente o computador e os vídeos interativos. Estes métodos podem constituir exercícios mentais que estimulam a manipulação das ideias de forma a construir conhecimento científico.

Por forma a concluir a discussão sobre o trabalho prático torna-se pertinente referir que, face às ideias integradoras sobre esta temática, parece fulcral a implementação de atividades de cariz prático, laboratorial, de campo e, sobretudo, experimental, como forma de desenvolver as competências no domínio do saber, mas também do saber-fazer e saber-ser. Refere-se, ainda, o trabalho prático como ferramenta fundamental nas disciplinas da área das Ciências, sobretudo ao nível do ensino secundário. Esta importância é veiculada através do Programa das várias disciplinas, nomeadamente da disciplina de Biologia e Geologia no qual é possível encontrar referências ao TP, como por exemplo nas competências a desenvolver “*desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o incremento do trabalho prático, ou seja, no domínio do saber fazer*” (Departamento do Ensino Secundário, 2001, p. 9). Realça-se, também, o facto de a Portaria n.º 1322/2007, de 4 de outubro, publicada em Diário da República, da responsabilidade do Ministério da Educação, atribuir um mínimo de trinta por cento da avaliação da disciplina para a componente prática e/ou

experimental. Para além disso, as competências de domínio Procedimental são alvo de avaliação no Exame Nacional da disciplina de Biologia e Geologia, o que pode ser comprovado através da consulta da Informação 03.12 sobre esta Prova da responsabilidade do Gabinete de Avaliação Educacional (GAVE). Mais uma vez se reitera a importância da implementação das atividades práticas ao longo do trabalho letivo dos professores e alunos.

2.3.3. TRABALHO COOPERATIVO

Quando se pensa na Ciência como atividade humana fortemente influenciada pela Tecnologia e pela Sociedade, também se inclui a perspetiva colaborativa do trabalho científico e tecnológico. Ora, tendo em conta uma conceção CTS para o ensino das Ciências, torna-se pertinente a discussão da relevância da implementação de metodologias de trabalho cooperativo (TC).

Como afirma Costa (2000), os cientistas trabalham em grupos e, de forma menos frequente, como investigadores isolados. De forma a aproximar o EC à própria Ciência e promover a compreensão do funcionamento da ciência, devem ser criadas, frequentemente, atividades de grupo na sala de aula, o que será um modo para que os alunos ganhem experiência de partilha e de responsabilidade.

Considerando-se que a cooperação é uma das competências essenciais a desenvolver com os alunos, as estratégias de grupo têm algumas vantagens para o ensino. Salienta-se, à semelhança do veiculado por Costa (2000), que estas estratégias podem ajudar os alunos a compreender que o progresso não depende do facto de todos terem as mesmas capacidades mas sim da contribuição individual para os objetivos do grupo. Neste tipo de estratégias são desenvolvidas outras competências como as competências de comunicação, pois os elementos do grupo têm de comunicar permanentemente as suas ideias, argumentar e avaliar as suas tarefas e a dos outros. Esta é também uma das principais diferenças face a um ensino que não incluía as tarefas de grupo.

Da consulta de dissertações de mestrado no âmbito do trabalho cooperativo salientou-se o trabalho de Ramos (2008) que faz a apologia do trabalho de grupo na sala de aula como forma de promoção da natureza colaborativa do trabalho científico e como forma de responder às necessidades impostas pelas novas orientações para o EC, as quais preconizam que o aluno deve ser capaz de investigar, questionar e construir conhecimento. Torna-se, assim, um ensino mais aberto e atrativo.

Não obstante estas considerações sobre trabalho em grupo, deve-se considerar que existem várias designações para identificar atividades que juntam elementos para trabalhar num mesmo objetivo, tais como aprendizagem colaborativa ou grupos de estudo, os quais têm diferentes definições e implicações de acordo com a metodologia que é utilizada. Neste âmbito, apenas serão distinguidos o comum trabalho de grupo e o trabalho de grupo que leva a uma aprendizagem cooperativa.

Kit (2003) propõe uma distinção entre estes dois tipos de trabalho de grupo. No caso das estratégias tradicionais de trabalho de grupo, os alunos criam grupos homogêneos, dividem as tarefas e realizam as atividades propostas individualmente. No trabalho de grupo cooperativo, os alunos trabalham em grupos heterogêneos e o relacionamento, sobretudo a entreajuda entre alunos, é valorizado e avaliado.

Neste sentido, apresenta-se a definição de Ramos (2008) para aprendizagem cooperativa que a considera como uma metodologia de ensino que se baseia na formação de grupos de alunos, pequenos e heterogêneos, que trabalham em conjunto, discutindo, argumentando e ajudando-se mutuamente, sendo responsáveis pela sua aprendizagem e pelas aprendizagens dos seus colegas de grupo. Engloba uma grande variedade de métodos de ensino-aprendizagem, exigindo sempre interdependência positiva, interação face a face, avaliação individual/responsabilização pessoal pela aprendizagem, uso apropriado de competências/capacidades interpessoais e avaliação do processo de trabalho de grupo. Tal como afirma Andrade (2011), cuja dissertação de mestrado também foi consultada no âmbito do TC, a base da aprendizagem cooperativa é “cooperar para aprender”, pretendendo-se que os alunos partilhem conhecimentos e colmatem, em conjunto, as suas dificuldades.

Para Batista (2010), os grupos de aprendizagem com um número reduzido de elementos fornecem oportunidades reais para que os estudantes possam interatuar desinibidamente sob a orientação do professor, pois sentem-se mais livres para expressar as suas ideias e aprender com as opiniões e as críticas dos outros. Além disso, proporciona a formação entre iguais, retirando algum centralismo do processo de ensino-aprendizagem ao professor. Acresce, ainda, de acordo com este autor, que a interação gerada nos grupos de trabalho acarreta vantagens na formação dos alunos, tanto em termos atitudinais, como no desenvolvimento de valores, tais como a tolerância e o respeito, como em termos do conhecimento e vivências, pois a divisão em grupos aproxima os alunos da realidade laboral.

As regras para um trabalho cooperativo têm de ser ensinadas aos alunos para que estes as respeitem e as cumpram ao longo das atividades realizadas. Como exemplo, refere-se que o professor deve explicar claramente que num trabalho de grupo cada elemento deve cumprir as regras básicas de convivência como saber esperar pela sua vez, não levantar o tom de voz, repartir tarefas, aceitar opiniões contrárias às suas e ajudar ou pedir ajuda sempre que necessário. Por isso, como afirmam Freitas e Freitas (2003), torna-se importante que os professores valorizem estratégias e atividades de aprendizagem cooperativa na sala de aula e na escola, num clima de trabalho adequado ao desenvolvimento da cooperação.

Estes pressupostos chamam a atenção para a importância do papel do professor na dinamização de metodologias de TC, pois não é apenas juntar alunos e fornecer uma tarefa. O professor é um mediador que facilita a construção do conhecimento, compartilhando com os alunos a sua responsabilidade pela aprendizagem. Segundo Ramos (2008), citando Arends (1995), propõe-se a seguinte sequência para implementar uma aula de trabalho cooperativo:

- estabelecer os objetivos e o contexto da tarefa (a planificação das atividades devem ter em conta que as tarefas devem ser abertas, desafiadoras e motivadoras);

- dar informação aos alunos através de uma apresentação oral ou de um texto;
- organizar os alunos em equipas de aprendizagem (o professor deve auxiliar na constituição das equipas, na organização na sala de aula, na distribuição de tarefas);
- proporcionar tempo e assistência ao trabalho de grupo, observando atentamente o trabalho de cada grupo e o trabalho de cada aluno;
- avaliar os resultados, através de instrumentos de avaliação e monitorização das várias competências envolvidas;
- reconhecer a realização individual e grupal.

Reconhece-se que a implementação de metodologias TC pode ser concretizada recorrendo a diversos métodos de ensino. Contudo, não é objetivo deste estudo a explanação desses métodos, mas sim dar particular enfoque às vantagens da aprendizagem cooperativa, sobretudo a nível de competências cognitivas e atitudinais. O grande objetivo dos grupos de aprendizagem é fortalecer académica e afetivamente os seus membros, dando-se especial destaque à interação entre alunos e à interação destes com os professores. Após a análise de estudos de vários autores citados em dois principais trabalhos, Ramos (2008) e Andrade (2011), é possível fazer uma súmula das principais vantagens da aplicação do TC, valorizando-se as seguintes:

- melhoria na consecução de tarefas que implicam a aquisição de conceitos, a solução de problemas, a retenção e a memória;
- maior retenção dos conteúdos e uma compreensão mais profunda das matérias a aprender;
- desenvolvimento do pensamento crítico e da criatividade;
- maior independência e autonomia no trabalho;
- melhoria na capacidade de comunicação, sobretudo nos padrões de verbalização e argumentação;
- aumento da auto-estima e promoção da identidade pessoal;
- promoção da integração e do relacionamento social;
- aumento da motivação e curiosidade;
- melhores perspetivas de êxito futuro e níveis de aspiração;
- desenvolvimento da responsabilidade, tolerância e do respeito pelos outros e de uma cultura de cooperação.

Tal como em todas as metodologias, também se devem considerar as desvantagens ou inconvenientes do TC. Andrade (2011), citando Fontes e Freixo (2004), aponta os problemas relacionais que podem surgir entre os alunos e que irão afetar o trabalho do grupo, relacionados com fatores como a sua idade, os seus hábitos sociais e o seu interesse pelas temáticas abordadas, bem como dificuldades de coordenação dos grupos por parte dos professores, que devem ter maior preparação e motivação para implementarem esta estratégia.

Apesar das vantagens indiscutíveis do TC, existe alguma resistência por parte dos professores na implementação destas metodologias na sala de aula. Os principais motivos para essa relutância estão relacionados, segundo Ramos (2008) e Andrade (2011), com a perda de controlo na sala de aula, com o receio que o tema da aprendizagem seja esquecido (ou passe para segundo plano), com a necessidade de um treino em métodos de aprendizagem cooperativa e em técnicas alternativas de

avaliação dos vários tipos de competências e com o facto de os alunos apresentarem diferentes ritmos de aprendizagem e níveis académicos diferentes.

Para concluir, menciona-se a perspectiva de Pujolàs (2008; 2009), pois considera-se pertinente destacar alguns aspetos do trabalho cooperativo. Os elementos dos grupos de trabalho têm dupla função: aprender o que o professor ensina e ajudar a que os seus colegas de grupo também aprendam. O professor deve utilizar esta metodologia com dupla finalidade: facilitar a aprendizagem de conteúdos escolares por parte dos discentes e a aprendizagem do trabalho em equipa, daí a expressão “cooperar para aprender e aprender a cooperar”. Os grupos de trabalho devem estar organizados e trabalhar de forma permanente e estável de modo a formar verdadeiras equipas de trabalho. Por fim, o TC não deve ser perspectivado apenas como um recurso útil para melhor aprender e desenvolver competências nos alunos, mas sim como um conteúdo curricular próprio que todos os alunos devem aprender e que o professor tem obrigação de ensinar.

3. METODOLOGIA

3.1. OPÇÕES METODOLÓGICAS

Após a contextualização da problemática e do objeto de estudo num plano teórico fornecido pelas referências de literatura, torna-se pertinente referenciar a metodologia utilizada para a elaboração do presente trabalho, inserindo-o numa contextualização metodológica.

Atendendo aos objetivos deste RAP, nomeadamente refletir sobre a prática profissional, e às vantagens e condicionalismos das várias opções metodológicas para os estudos em educação, optou-se por apresentar a seleção de cinco atividades elaboradas e concretizadas ao longo do percurso profissional. Essas atividades serão alvo de reflexão no capítulo 4, durante o qual são discutidas as estratégias implementadas com base no estudo efetuado no capítulo 2, bem como os resultados e as dificuldades sentidas advindas da aplicação das atividades mencionadas. Assim, considera-se que este estudo naturalista revela uma abordagem narrativa qualitativa, com um cunho fortemente interpretativo, que coloca o professor como sujeito ativo, valorizando-se a capacidade de reflexão.

Seguem-se algumas considerações sobre a metodologia utilizada neste RAP. Os estudos naturalistas caracterizam-se pela investigação de situações concretas existentes e identificáveis sem manipulação de variáveis, procedendo-se a uma narrativa ou descrição de factos observados (Afonso, 2005). As narrativas são formas de descrição numa lógica de construção interpretativa de eventos, situações, experiências ou emoções. Gray (1998), citado em Bell (2010), afirma que a narrativa é um método que utiliza o desenvolvimento de histórias como fontes de recolha de dados, dando voz aos investigadores e participantes no estudo, numa dinâmica humanista, proporcionado uma visão pessoal e multifacetada da situação relatada. Nestes métodos, após a obtenção dos dados objetos de estudo, a metodologia adotada deve passar pela apresentação dos resultados e discussão dos resultados. A discussão deve obedecer à produção de um texto interpretativo e reflexivo, no qual se procura deliberadamente a coerência dessa interpretação, bem como os dados que a podem debilitar (Bell, 2010).

Este estudo apresenta-se com base numa informação fundamentalmente qualitativa em detrimento de uma informação quantitativa. Contrariamente à abordagem quantitativa, a qual utiliza critérios e processos de análise bem definidos, a abordagem qualitativa pressupõe alguma subjetividade, centrando-se em contextos singulares e na perspetiva individual. O tratamento da informação numa perspetiva qualitativa torna-se um processo moroso e essencialmente reflexivo, caracterizado por uma lógica de crescimento e aperfeiçoamento (Afonso, 2005).

A noção de prática reflexiva está, atualmente, muito associada aos contextos de ensino. Existe uma relação de interdependência muito relevante em educação entre prática e reflexão. A prática educativa mostra problemas para resolver, levanta questões para responder e oportunidades para refletir. A reflexão melhora a prática educativa. Assim, o professor é uma entidade privilegiada na investigação em ciências, pois tem oportunidades e contextos únicos para planificar, agir, analisar, observar e avaliar situações educativas (Cohen *et al.*, 2001).

Delgado & Ponte (2004) sublinham a importância da reflexão na prática profissional de um docente, pois é através da reflexão que o professor avalia criticamente o seu desempenho. Ao fazer esta avaliação crítica, desenvolve novas competências, como uma nova compreensão sobre a sua prática, o que enriquece o seu desempenho e melhora a atividade profissional.

Segundo Schön (1992), o conhecimento do professor constrói-se através da prática, num processo que se designa como reflexão-na-ação. Este processo consiste na análise das atitudes estratégias e pensamentos (O que aconteceu? Porque aconteceu? Que implicações teve? O que poderia ter sido feito de forma diferente?), após terminar as atividades letivas, o que desencadeia um processo de reflexão para encontrar soluções para os problemas verificados.

Para vários autores citados em Delgado & Ponte (2004), um professor reflexivo identifica mais facilmente os aspetos que deve melhorar, apresenta maior disponibilidade para descrever as suas experiências e atinge um maior grau de satisfação profissional. Além disso, um professor reflexivo estimula a reflexão por parte dos seus alunos.

De acordo com Schön (1983), a maior vantagem da reflexão na prática docente é o facto de permitir enriquecer o repertório do professor e melhorar a sua capacidade de resolver problemas, contribuindo diretamente para a melhoria da sua prática profissional. Esta melhoria é a meta de todo o trabalho de um docente, logo parece pertinente a opção, por apresentar uma metodologia baseada na reflexão.

O ponto seguinte apresenta as atividades selecionadas de acordo com a problemática deste RAP, após o qual se encontrará o capítulo 4 em que serão discutidas as atividades apresentadas.

3.2. FICHAS DE ATIVIDADES

De seguida, apresenta-se um quadro síntese com as atividades alvo de apresentação e posterior reflexão crítica.

Designação	Conteúdo	Enquadramento Teórico
Atividade I – “Eu sou um Investigador”	Deriva continental	Conceção CTS Trabalho prático Trabalho cooperativo
Atividade II – “Investigações Científicas”	Crescimento e renovação celular	Conceção CTS
Atividade III – “A Sedimentação”	As rochas, arquivos que relatam a história da Terra	Trabalho prático
Atividade IV – “Trabalhos de Morgan”	Património genético	Resolução de problemas
Atividade V – “Métodos Contracetivos”	Manipulação da fertilidade	Resolução de problemas Trabalho prático Trabalho cooperativo

Quadro 3.1. Seleção das atividades implementadas ao longo do percurso profissional

As fichas de atividades aqui apresentadas, as quais pretendem representar formas de implementar a conceção CTS e a orientação construtivista no ensino das Ciências através de metodologias como a resolução de problemas, o trabalho prático e o trabalho cooperativo, encontram-se organizadas segundo os seguintes parâmetros: Unidade didática / Conteúdo; Ano letivo de aplicação; Alunos envolvidos / Ano de escolaridade; Objetivos; Estratégias implementadas; Materiais utilizados; e Anexos.

3.2.1. ATIVIDADE I – “EU SOU UM INVESTIGADOR”

Unidade Didática / Conteúdo

Dinâmica interna da Terra / Deriva continental

Ano Letivo de Aplicação

2005/2006

Alunos Envolvidos / Ano de Escolaridade

7.º Ano de escolaridade

Objetivos

Conhecer e compreender a teoria da Deriva Continental de Wegener.

Analisar os argumentos usados a favor da teoria da Deriva Continental (paleontológicos, paleoclimáticos, litológicos e morfológicos) e os principais argumentos que conduziram, na época, à não-aceitação desta teoria.

Reconhecer e explicar a inter-relação desenvolvimento tecnológico – desenvolvimento científico, aplicando-a à hipótese mobilista de Wegener.

Descrição

A primeira parte da aula iniciou-se pela divisão da turma em grupos heterogéneos, constituídos por três ou quatro alunos, de acordo com as orientações do trabalho cooperativo. O professor distribuiu e apresentou a ficha de trabalho “Eu sou um investigador”. A referida ficha de trabalho (Anexo I.1) pretende ser um percurso orientador das estratégias a implementar ao longo da concretização da atividade. Deste modo, encontra-se dividida por cinco partes, de acordo com o tipo de trabalho que os alunos devem concretizar.

A implementação de uma ficha de trabalho deste cariz pretendeu motivar os alunos para o estudo da dinâmica interna da Terra, ao mesmo tempo em que estimulou o raciocínio científico, levando os discentes a simular as várias etapas inerentes às metodologias de investigação científica, segundo uma conceção CTS. Assim, ao longo da atividade, os discentes começam por partir de observações para a formulação de problemas e de hipóteses para explicação de fenómenos geológicos. Seguiu-se a fase da experimentação (parte A), aqui representada pela seleção das equipas, dos recursos e das

tecnologias de forma a obter resultados, os quais são discutidos com o objetivo de comprovar a Teoria da Deriva Continental. Importante, também, num trabalho de investigação é, após a conclusão, a apresentação dos resultados à restante comunidade científica, etapa na qual as equipas de alunos construíram as suas cartolinas com os conhecimentos científicos adquiridos e apresentaram à restante turma (parte B), concretizando um trabalho prático.

A parte C da ficha de trabalho diz respeito à fundamental consolidação dos conhecimentos, a qual deve existir após a implementação de qualquer tipo de atividade.

As partes D e E permitiram que os alunos discutissem as várias dimensões da Ciência, desde do “como se faz ciência?” ou “que influências podem existir para a evolução da ciência?” até “que características apresentam os cientistas?”. Pretendeu-se que, uma vez que os alunos simularam todo o percurso investigativo, fossem capazes de responder de forma mais rápida e concreta à questões colocadas, conseguindo extrapolar e mobilizar as suas vivências para conhecimentos.

Ao longo de toda a atividade e, apesar de se concretizar um trabalho por descoberta, envolvendo trabalho cooperativo, o professor funcionou como um supervisor do trabalho dos vários grupos, esclarecendo também as dúvidas que surgiram e promovendo a discussão de ideias. Após a apresentação do trabalho desenvolvido por cada grupo o professor procedeu a uma breve síntese, enfatizando os conceitos científicos mais importantes abordados pelos alunos, bem como a uma avaliação formativa do trabalho realizado pelo grupo.

Materiais utilizados

Ficha de Trabalho “Eu sou um investigador”

Fichas de Dados “Eu sou um investigador” – Argumentos Morfológicos, Argumentos Geológicos, Argumentos Paleontológicos e Argumentos Paleoclimáticos

Cartolinas

Marcadores

Cola e Tesoura

Anexos

Anexo I – Ficha de Trabalho “Eu sou um investigador”

Anexo II – Fichas de Dados “Eu sou um investigador” – Argumentos Morfológicos, Argumentos Geológicos, Argumentos Paleontológicos e Argumentos Paleoclimáticos

3.2.2. ATIVIDADE II – “INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS”

Unidade Didática / Conteúdo

Crescimento e renovação celular / Crescimento e renovação celular

Ano Letivo de Aplicação

2006/2007

Alunos Envolvidos / Ano de Escolaridade

11.º Ano de escolaridade

Objetivos

Analisar estudos científicos no âmbito da genética.

Discutir o processo de construção do conhecimento científico.

Reconhecer as interligações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Descrição

A ficha de trabalho correspondente a esta atividade (Anexo II.1) foi aplicada após a lecionação dos conteúdos, como forma de consolidação de conhecimentos e como forma de mostrar aos alunos algumas investigações científicas atuais sobre temas estudados. Com esta estratégia foi possível também discutir as características da Ciência, seguindo uma conceção CTS.

A aplicação e a resolução da ficha de trabalho foram feitas de forma individual após a leitura em grupo turma do texto correspondente a cada parte, isto é, após a leitura do texto A, todos os alunos, individualmente, responderam às questões da discussão. A resposta a essas questões foi debatida e corrigida por toda a turma. Seguidamente implementou-se a mesma estratégia para o texto B.

No final da aplicação da ficha de trabalho, o professor sintetizou os conhecimentos e solicitou um trabalho de casa para complementar a atividade. Todos os alunos tiveram que pesquisar relatos de investigações científicas, em jornais ou na internet, e apresentaram-nos, debatendo as questões inerentes aos mesmos em aulas subsequentes.

Materiais utilizados

Ficha de Trabalho

Anexos

Anexo II.1 – Ficha de Trabalho “Investigações científicas”

3.2.3. ATIVIDADE III – “A SEDIMENTAÇÃO”**Unidade Didática / Conteúdo**

A geologia, os geólogos e os seus métodos / As rochas, arquivos que relatam a história da Terra

Ano Letivo de Aplicação

2008/2009

Alunos Envolvidos / Ano de Escolaridade

10.º Ano de escolaridade

Objetivos

Compreender a formação de rochas sedimentares.

Explicar o processo de sedimentação.

Identificar fatores que condicionam a sedimentação.

Interpretar e realizar corretamente protocolos experimentais.

Descrição

A atividade desta aula foi concretizada no laboratório, uma vez que foi necessário material de laboratório, logo concretizou-se um trabalho prático laboratorial.

Devido à logística típica do laboratório, os alunos encontraram-se divididos nos respectivos grupos de trabalho, constituídos por quatro ou cinco alunos.

A primeira parte da aula (Parte A) consistiu na concretização de um trabalho laboratorial sobre a sedimentação, seguindo o protocolo experimental fornecido pelo professor (Anexo III.1). Os alunos registaram as observações, sob a forma de esquema nos respectivos cadernos de laboratório para posteriormente elaborarem o relatório de toda a atividade. Em grupo responderam às questões posteriores, a que se seguiu a discussão geral em turma, a qual também forneceu indicações para o relatório final da atividade. Pretendeu-se que os alunos compreendessem como se processa a sedimentação, nomeadamente que essa deposição está relacionada com a força gravítica, formando-se camadas que, ao longo do tempo geológico, podem formar rochas.

Após esta primeira tarefa, o professor propôs uma discussão geral, escrevendo no quadro “Quais os fatores que influenciam a sedimentação”. Em discussão geral, à semelhança de um *brainstorming*, os alunos foram orientados no sentido de mencionarem alguns fatores como a dimensão dos materiais, a velocidade do agente transportador, as características físicas desse agente transportador, o tempo, entre outras. Os fatores mencionados foram escritos no quadro de modo a ser visível para toda a turma. Seguidamente, o professor solicitou que cada grupo seleccionasse um dos fatores mencionados para o seu estudo posterior e concretizasse a parte B da atividade (Anexo III.1). Nesta altura, cada grupo trabalhou autonomamente de acordo com o fator selecionado, formulando problemas a serem testados. O professor, como orientador, auxiliou a planificação do protocolo experimental de todos os grupos, reforçando que, para que se formulem conclusões válidas deve existir manipulação das variáveis em estudo (neste caso, o fator selecionado) e controlo das restantes variáveis. Deste modo, cada grupo investigou, através de um trabalho experimental, o processo de sedimentação. Os resultados e as conclusões (resposta ao problema) foram apresentados à turma para que todos conhecessem os trabalhos concretizados e pudessem discutir a validade dos mesmos.

No final da aula, antes da elaboração do relatório de toda a atividade, o professor, conjuntamente com os alunos, procedeu à síntese dos conhecimentos científicos adquiridos e enfatizou os aspetos relacionados com a investigação, comparando com a construção da Ciência.

Os alunos elaboraram o relatório da atividade experimental no respetivo caderno prático, segundo as orientações dadas anteriormente pelo professor para a elaboração de relatórios científicos. O anexo

III.2 apresenta uma grelha de avaliação dos relatórios, mostrando a estrutura pretendida, bem como as citações referentes a cada parte do relatório.

Materiais utilizados

Protocolo Experimental

Material de laboratório

Caderno prático

Grelha de avaliação

Anexos

Anexo III.1 – Protocolo Experimental “A Sedimentação”

Anexo III.2 – Grelha de Avaliação do Relatório da Atividade Experimental

3.2.4. ATIVIDADE IV – “TRABALHOS DE MORGAN”

Unidade Didática / Conteúdo

Património genético/ Património genético

Ano Letivo de Aplicação

2010/2011

Alunos Envolvidos / Ano de Escolaridade

12.º Ano de escolaridade

Objetivos

Interpretar dados sobre hereditariedade.

Formular problemas e interpretar resultados de casos sobre hereditariedade.

Interpretar o contributo dos trabalhos de Morgan.

Distinguir diferentes processos de hereditariedade.

Descrição

A aplicação da atividade teve por base a preparação de uma apresentação de *PowerPoint* (Anexo IV.1), de modo a utilizar as potencialidades das ferramentas TIC, nomeadamente a existência de hiperligações e a possibilidade de apresentar dados de forma faseada.

Na primeira parte da apresentação foram discutidas as características que tornam a *Drosophila melanogaster* um excelente material biológico para estudos no âmbito da genética (slides 1 a 9). Esta foi uma forma de introduzir os trabalhos de Morgan.

A primeira questão (slide 13) serviu como consolidação de conhecimentos sobre o modo de transmissão de caracteres hereditários em monibridismo (conteúdo lecionado anteriormente), bem

como uma forma de suscitar o problema. O professor solicitou a participação de alunos no quadro para responder às questões.

A apresentação do slide 14 colocou, de modo implícito, uma interrogação “Porque razão os resultados das experiências de Morgan diferenciaram dos resultados de Mendel?”, que levou à formulação do problema no slide seguinte “Como se processa a transmissão da característica “cor dos olhos” em *Drosophila melanogaster*?”. O slide 16 auxiliou os alunos a planearem uma via de investigação para a resolução do problema, dando diretrizes para essa resolução. Estando a trabalhar em pares, os alunos tentaram várias propostas de resolução para o problema levantado, tendo em conta os conhecimentos adquiridos anteriormente sobre a transmissão de caracteres hereditários, tais como interação génica, hereditariedade ligada ao sexo (cromossoma X e cromossoma Y), ligação fatorial, alelos letais, dominância incompleta. Assim, foram os próprios alunos que delinearam formas de resolução para explicarem os resultados obtidos por Morgan.

Após o trabalho a pares e todos os grupos terem concluído os estudos, seguiu-se a discussão geral. Os alunos, sob orientação do professor, deram resposta ao problema proposto e apresentaram os raciocínios e os cálculos efetuados para chegarem à sua conclusão. Também se apresentaram os cálculos efetuados para situações incorretas, como forma de demonstrar a validade das conclusões retiradas.

Seguidamente, e para conclusão da aula, o professor explorou os últimos slides da apresentação, solicitando a participação dos alunos. Estes últimos slides pretenderam servir como síntese e como consolidação de conhecimentos da temática abordada.

Materiais utilizados

Apresentação de *PowerPoint*

Computador e projetor

Anexos

Anexo IV.1 – Apresentação de *PowerPoint*

3.2.5. ATIVIDADE V – “MÉTODOS CONTRACETIVOS”

Unidade Didática / Conteúdo

Reprodução e manipulação da fertilidade / Manipulação da fertilidade

Ano Letivo de Aplicação

2007/2008

Alunos Envolvidos / Ano de Escolaridade

12.º Ano de escolaridade

Objetivos

Recolher, organizar e interpretar informação relacionada com métodos contraceptivos.

Reconhecer vantagens e desvantagens dos vários métodos contraceptivos.

Analisar princípios biológicos subjacentes a diferentes métodos contraceptivos.

Refletir sobre as implicações biológicas, sociais e éticas que decorrem da utilização de processos de manipulação da reprodução humana, no que respeita à qualidade de vida dos indivíduos e ao desenvolvimento das populações.

Descrição

Os conteúdos associados ao estudo dos métodos contraceptivos são abordados por diversas vezes e por várias disciplinas ao longo do Terceiro Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário. A estratégia para esta abordagem com uma turma de décimo segundo ano de escolaridade surgiu no sentido de apresentar uma perspetiva diferente, que envolvesse os alunos e que pudesse contribuir para uma verdadeira aprendizagem significativa.

Esta atividade ocupou várias aulas, tanto para a apresentação do problema e planificação do trabalho (aula 1), realização dos trabalhos de grupo (aulas 2, 3 e 4) e apresentação dos trabalhos de grupo à turma (aulas 5 e 6).

O desafio foi proposto como uma resolução de problemas. Assim, o professor iniciou a aula com a leitura e análise geral da Carta dos Direitos Sexuais e Reprodutivos (in <http://www.apf.pt/cms/files/conteudos/Carta%20dos%20Direitos.pdf>). Este foi o ponto de partida para o professor solicitar aos alunos que enunciasses um conjunto de questões acerca das quais considerassem que os jovens não estariam suficientemente esclarecidos. As questões levantadas foram escritas no quadro e organizadas em temáticas. Concluindo a primeira parte da aula, os alunos formularam vários problemas, tais como: “Quais os métodos contraceptivos mais eficazes?”, “Quais os métodos contraceptivos que previnem as IST”, “Como informar e formar melhor os jovens?”.

A segunda parte da aula foi ocupada com a divisão dos temas a abordar por cada grupo e pelos elementos do grupo. Foram os alunos que decidiram os temas e os grupos, pois esta foi a primeira estratégia de resolução de várias problemáticas. Ainda na primeira aula, os alunos planearam as estratégias de trabalho e iniciaram a pesquisa. As aulas seguintes foram ocupadas com a pesquisa e organização da informação, bem como com a elaboração dos materiais para a apresentação à turma. O anexo V.1 mostra exemplos de cada um dos trabalhos de grupo concretizados. As aulas de apresentação constituíram momentos para abordar os conhecimentos científicos relacionados com o conteúdo específico e encontrar as respostas para os problemas formulados. Além disso, foram aproveitadas para orientar e melhorar as apresentações dos alunos, bem como a sua postura e expressão oral, de forma a prepará-los para a apresentação às turmas do 9.º ano de escolaridade, pois esta foi a estratégia encontrada pelos alunos como resposta ao problema “Como informar e formar melhor os jovens?”. Na aula de apresentação dos trabalhos dos diferentes grupos, o docente forneceu a cada grupo de trabalho uma grelha de avaliação dos trabalhos de grupos para auto e heteroavaliação. Esta grelha de avaliação foi construída tendo por base os critérios da avaliação definidos pelo professor. O Anexo V.3 expõe a grelha de avaliação dos trabalhos de grupo, com os

critérios e respectivas cotações e o Anexo V.4 a grelha de auto e heteroavaliação por parte de cada grupo de trabalho.

Os trabalhos elaborados pelos grupos da turma do 12.º ano foram apresentados, pelos próprios alunos, aos seus colegas das turmas de 9.º ano de escolaridade. O Anexo V.5 apresenta algumas fotografias dessas apresentações.

Materiais utilizados

Projector

Computadores

Manual adotado e outros manuais para pesquisa

Grelhas de avaliação dos trabalhos

Anexos

Anexo V.1 – Fotografias da realização dos trabalhos de grupo

Anexo V.2 – Exemplos de trabalhos efetuados pelos alunos

Anexo V.3 – Grelha de avaliação dos trabalhos de grupo

Anexo V.4 – Grelha de auto e heteroavaliação dos trabalhos de grupo

Anexo V.5 – Fotografias da apresentação dos trabalhos aos alunos do 9.º ano de escolaridade

4. REFLEXÃO CRÍTICA DAS ATIVIDADES

Segundo Cohen *et al.* (2005) a reflexão crítica é um processo que possibilita tomar consciência da nossa própria percepção sobre os acontecimentos, o que se torna vital na prática docente e na constante procura de melhoria e evolução inerentes ao trabalho de um professor. Em educação faz todo o sentido que os profissionais sejam capazes e adquiram competências durante a sua formação inicial e na formação ao longo da vida, que lhes permita refletir criticamente sobre os seus procedimentos e as suas vivências. Refletir de forma crítica não é apenas enaltecer o trabalho efetuado e enquadrá-lo nas situações requeridas, revelando os seus resultados positivos. Refletir de forma crítica é ser capaz de olhar como uma figura não participante, raciocinar e emitir declarações perspicazes, significativas, acutilantes, expondo as deficiências e as dificuldades das ações concretizadas.

Tendo em conta o anteriormente descrito, a reflexão crítica aqui apresentada pretende mostrar considerações sobre as atividades incluídas no capítulo três, sendo alvo de discussão e reflexão os seguintes aspetos principais:

- enquadramento das atividades na conceção para o Ensino das Ciências enumerada na problemática do trabalho (designadamente, conceção CTS e metodologias construtivistas);
- implementação das atividades no contexto de sala de aula e suas repercussões;
- resultados obtidos e relação com os objetivos conceituais, procedimentais e/ou atitudinais da atividade;
- dificuldades e limitações da aplicação das atividades, bem como futuras sugestões de melhoria.

De uma forma geral, considera-se que as atividades selecionadas, entre todas as atividades concretizadas enquanto a lecionação dos conteúdos e unidades dos programas das disciplinas do Terceiro Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário, pretendem ilustrar a conceção do Ensino das Ciências preconizada no capítulo dois deste RAP, já demonstrado a partir do quadro 3.1. O conjunto das atividades desenvolvidas reúne várias metodologias, desde a resolução de problemas, ao trabalho prático e ao trabalho cooperativo.

ATIVIDADE I – “EU SOU UM INVESTIGADOR”

No que concerne à **Atividade I – “Eu sou um investigador”**, esta ilustra uma transformação completa de um tema tradicional já existente, através de uma integração numa perspetiva CTS, dando-se grande enfoque às questões científicas e aproximando o trabalho dos alunos ao trabalho dos cientistas e investigadores, pois existe uma estratégia claramente investigativa que se adequa à consecução de um processo de ensino-aprendizagem que reflita os propósitos da conceção CTS. Pretendeu-se que os alunos agissem como cientistas na procura de respostas para os seus problemas e hipóteses, sentido os constrangimentos típicos de uma investigação científica como a existência de equipas e de fundos monetários. Pretendeu-se que os alunos pensassem como Wegener, o autor da Teoria da Deriva Continental. Assim, em vez de serem fornecidos apenas os

argumentos defendidos por Wegener para a sua teoria, foram os alunos que tiveram de encontrar argumentos para apoiar esta teoria.

Esta atividade contribuiu para a alfabetização científica, pois como defende Marco-Stiefel (2001), os alunos, ao familiarizarem-se com o processo de construção do conhecimento científico, bem como reconhecendo o papel da comunidade científica, as características inerentes a um investigador e as interligações com a Tecnologia e a Sociedade, detêm um conceito mais adequado sobre a Ciência. A sua construção e aplicação teve também em conta os princípios do pensamento de Ziman (1994), citado em Cachapuz, Praia, Paixão & Martins (2000), recorrendo às várias abordagens preconizadas por este autor, designadamente a histórica, ao mostrar a necessidade das tecnologias para a formulação de pensamentos e raciocínios científicos, a epistemológica, no sentido que se discute a validade do conhecimento científico associado à teoria de Wegener, e a problemática, pois partiu-se de uma problemática para abordar e aprofundar conceitos e conhecimentos. Existiu uma aplicação transversal e contínua o que permite a aquisição de um conceito mais abrangente de ciência. Neste sentido, é possível realçar alguma natureza de metodologia de resolução de problemas nesta atividade. Na prática é difícil estabelecer limites claros entre as várias metodologias, é comum que estas se toquem e se entrecruzem, pois a conceção CTS, ao aproximar o aluno ao verdadeiro carácter da Ciência, engloba estratégias de RP (Martins & Veiga, 1999).

Defende-se que esta atividade assenta numa perspetiva construtivista, pois o aluno, tal como defendido por Gil-Pérez *et al.* (2002), é um aprendiz de investigador, ao passar pelas etapas necessárias para a construção do conhecimento científico, não só na formulação de respostas ao problema, na parte que diz respeito à investigação, mas também na parte de apresentação do trabalho realizado em grupo e até na parte da reflexão. Como é sabido, atualmente as equipas de investigação trabalham em conjunto e normalmente apresentam os seus trabalhos para discussão e validação por parte da restante comunidade científica. Deve existir sempre também uma parte de reflexão sobre o trabalho desenvolvido.

A concretização de um trabalho em grupo não só pretendeu mostrar a atividade dos investigadores, mas também estimular o trabalho cooperativo que se reconhece como uma mais-valia no processo de ensino-aprendizagem, de acordo com Costa (2000). Esta atividade mostrou uma aprendizagem cooperativa, pois, para além dos grupos formados serem pequenos e heterogéneos, os discentes trabalharam em conjunto, discutiram e argumentaram com vista a um objetivo comum (Ramos, 2008). Sentiu-se que os alunos cooperaram para aprender.

O facto de os alunos terem que construir uma cartolina para apresentarem aos restantes colegas enquadra a atividade numa metodologia de trabalho prático, como sendo aquele tipo de trabalho em que o aluno está ativamente envolvido, quer a nível concetual como a nível psicomotor e afetivo (Tavares, 2006). Como se trata de um ano de escolaridade de nível inferior, o professor sentiu necessidade de orientar a construção da cartolina, também para existir alguma uniformização nos trabalhos apresentados.

Ora, desta forma, comprova-se o enquadramento da Atividade I na perspectiva para o Ensino das Ciências preconizada em todo o presente trabalho, salientando-se que se trata de uma atividade bastante completa.

Em termos de resultados, verificou-se que esta atividade se destacou pelo grande envolvimento dos alunos, participando ativamente, tanto individualmente como no grupo, e com entusiasmo na concretização das tarefas definidas. Tal como pretendido, o professor foi um orientador de aprendizagens e foram os alunos, passando pelas várias etapas da ficha de trabalho, que conseguiram construir o seu próprio conhecimento. A partir da análise das respostas dadas, das questões colocadas e pela qualidade dos trabalhos apresentados, conclui-se que existiu uma melhoria da compreensão da temática em causa. Todavia, a quantificação das aprendizagens efetivas tornou-se uma dificuldade, tendo o professor de aguardar pela aplicação de uma prova de avaliação sumativa, a qual, como se sabe, tem determinados constrangimentos, como a data da aplicação, o momento emocional do aluno, o elevado número de conceitos e conhecimentos a saber e as dificuldades de interpretação e de expressão escrita dos alunos, para realmente compreender se esta tinha ou não sido uma atividade que contribuiu para uma aprendizagem significativa. De forma a ultrapassar essa dificuldade, propõe-se a realização de fichas de trabalho formativas ao longo do tempo e a realização de aulas de revisão de conteúdos com resolução de várias tipologias de exercícios, entre outras estratégias importantes, como a utilização de um vocabulário oral semelhante à linguagem escrita que os alunos vão encontrar numa prova de avaliação.

Apesar de o sentimento geral que a atividade foi bem recebida pelos alunos e que contribuiu não só para compreenderem mais facilmente a Teoria da Deriva Continental, como também para um conceito mais real sobre a Ciência, para um desenvolvimento das suas competências práticas e, ainda, para o melhoramento das relações interpessoais, existiram outras dificuldades sentidas aquando da planificação e aplicação da atividade. Em primeiro lugar, refere-se as dificuldades na construção de uma ficha de trabalho que orientasse todas as tarefas e que demonstrasse as várias partes do trabalho. O trabalho do professor estaria minimizado pelo seguimento das questões e orientações veiculadas pela ficha de trabalho. Mesmo assim, por várias vezes, o professor teve de esclarecer dúvidas sobre os procedimentos a adotar.

A resposta às questões também foi outra dificuldade sentida, por muitas delas apareceram como questões muito abrangentes, deixando os alunos com dificuldades em verbalizar ou escrever os conhecimentos adquiridos. Foi necessário que o professor esmiuçasse as questões, transformando-as em várias questões parcelares. Após a discussão e leitura de algumas respostas por parte dos alunos, quer aqueles que participaram de forma voluntária ou, por vezes, alunos solicitados pelo professor, foi necessário existir uma resposta final dada pelo professor e que, obrigatoriamente, todos os alunos tinham de a transcrever. Os tópicos de correção para todas as respostas foram antecipadamente elaborados pelo professor nos seus documentos de apoio. A forma como se aplica esta estratégia depende das características da turma, podendo ser feito um ditado ou uma escrita no quadro ou solicitar a um aluno que escreva para os restantes colegas. Como se trata de um nível de escolaridade básico, o professor teve de garantir que todos os alunos resolveram a ficha, o que mostra a importância do docente circular pela sala para observar e registar o trabalho individual dos alunos.

Esta foi também uma atividade que, por ser deveras completa, levou muito tempo para a sua concretização, sobretudo na elaboração e apresentação dos trabalhos práticos, o que originou algum atraso na planificação a médio prazo elaborada no início do ano letivo. Infelizmente, os conteúdos relativos ao 7.º ano de escolaridade revelam-se conteúdos que necessitam de elevado grau de abstração e um domínio do raciocínio e do pensamento lógico, competências difíceis de encontrar em alunos das faixas etárias deste ano de escolaridade. É o ano de escolaridade que, na disciplina de Ciências Naturais, apresenta maior taxa de insucesso. Esta preocupação suscitou, desde sempre, debate, em contexto de grupo disciplinar, de estratégias para colmatar as dificuldades inerentes à aprendizagem dos conteúdos.

Por fim, salientam-se as dificuldades em avaliar as competências ao nível da conceção CTS numa prova de avaliação de conhecimentos, sendo necessário um esforço suplementar do professor para construir textos de apoio e itens de resposta aberta adequados.

Como sugestão para trabalhos futuros, refere-se a importância de continuar a mesma metodologia desta atividade na planificação das aulas relativas ao próximo conteúdo do programa de 7.º ano de escolaridade, a saber, Teoria da Tectónica de Placas, permitindo, desta forma, voltar a enfatizar as competências já trabalhadas.

ATIVIDADE II “INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS”

A **Atividade II “Investigações Científicas”** surge no seguimento da necessidade de mostrar aos alunos a evolução do conhecimento científico e o carácter peculiar da Ciência para um nível de escolaridade mais avançado. Neste caso, esta foi uma atividade aplicada no 11.º ano de escolaridade, após a leção do conteúdo “Crescimento e renovação celular”, no qual se debatem os conhecimentos relativos à genética, nomeadamente a constituição do DNA e os processos de síntese proteica e do ciclo celular. Ressalva-se que, aquando da abordagem destes conteúdos, existiu a discussão das experiências científicas que permitiram conhecer estes processos para integrar o ensino numa perspetiva CTS. Por isso, esta atividade surge como síntese, uma consolidação de conhecimentos científicos e da construção da Ciência.

Para a planificação da atividade, o professor teve de pesquisar e selecionar os textos adequados que deviam estar relacionados com a temática abordada anteriormente, pretendendo que os mesmos fossem atuais. Esta estratégia revela o trabalho de um docente no sentido de procurar fontes de inovação não só para a sua própria atualização, mas também para as utilizar como recursos para as suas aulas. A pesquisa em jornais, manuais, livros científicos ou na *internet* é um método comum para construir fichas de trabalho, apresentações de *powerpoint*, provas de avaliação de conhecimento e fichas de avaliação procedimental, as quais pretendem avaliar os conhecimentos no domínio prático e experimental, como solicitado pelo programa e pela legislação sobre a avaliação das disciplinas científicas no Ensino Secundário, tal como a disciplina de Biologia e Geologia.

A seleção dos textos a incluir na ficha de trabalho teve em conta a sua atualidade (daí que uma das escolhas tenha recaído num relato de uma investigação sobre células estaminais), a relação com os conteúdos dados (genes e células estaminais) e a forma como apresentavam a construção do conhecimento científico. Após esta seleção, o professor elaborou as questões a constar na ficha de

trabalho, tendo em conta os objetivos da mesma, nomeadamente a discussão do processo de construção do conhecimento científico (por exemplo as questões 3 e 4 referentes ao texto A) e o reconhecimento das relações CTS (por exemplo a questão 3 do texto B).

Deste modo, considera-se que esta atividade se enquadra num EC pautado por uma conceção CTS, o que prepara os alunos para enfrentarem o mundo tecnológico atual (Martins & Veiga, 1999), fomentando uma reflexão sobre os processos da ciência e da tecnologia, relacionando-as com a sociedade (Cachapuz, Praia & Jorge, 2000). A última questão da ficha de trabalho pretendeu que os alunos conseguissem elaborar uma definição de Ciência, de acordo com Ziman (1986), como um produto da ação humana que constrói conhecimentos para os problemas do mundo à nossa volta e que se encontra fortemente influenciada por fatores humanos, sociais e tecnológicos.

Outro dos objetivos da aplicação da Atividade II está relacionado com as vantagens de um ensino preconizado por uma conceção CTS segundo vários autores, tais como Zeidler *et al.* (2005), Aikenhead (1992), citado em Membiela (2001) e Magalhães & Tenreiro-Vieira (2006), nomeadamente uma melhoria da motivação dos alunos para a Ciência e uma atitude de aproximação para com a construção do conhecimento científico. Além disso, ao fornecer uma imagem mais real e completa da Ciência, bem como das influências entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, possibilita que os alunos se tornem cidadãos participativos na vida social, capazes de tomar decisões conscientes e fundamentadas.

Os resultados da aplicação da atividade mostraram alunos interessados pelas temáticas abordadas, fazendo várias questões sobre aplicações futuras das investigações debatidas. Revelaram-se, também, empenhados na resolução das questões. Neste caso, pretendeu-se que os discentes trabalhassem individualmente na resolução das questões apresentadas, no sentido de promover a expressão escrita e a facilidade na apresentação de argumentos em respostas de carácter aberto. Optou-se pela leitura geral para que todos os alunos conhecessem os textos e para esclarecer algumas dúvidas, nomeadamente a nível de termos científicos que os alunos pudessem não (re)conhecer. Esta foi uma estratégia que se aplicou numa aula sem interferir com a planificação a médio prazo, pois não é uma tarefa demorada.

As dificuldades sentidas passaram, na maioria, pelo facto de os discentes sentirem dificuldades em escrever as respostas a questões de cariz mais aberto, sobretudo a última questão. Apesar de os alunos trabalharem individualmente, o professor foi sempre um apoio, circulando pela sala no sentido de auxiliar e orientar o seu trabalho, muitas vezes lançando questões para promover o raciocínio. Numa estratégia deste tipo é necessário sempre que exista uma discussão geral para que os alunos possam demonstrar as suas ideias, surjam novas discussões e para que exista uma síntese dos conhecimentos pretendidos. Esta atividade expõe, ainda, a constante necessidade de atualização e formação dos docentes, o que pode ser encarado como uma dificuldade de aplicação deste tipo de estratégias.

Mais uma vez se referem as dificuldades em avaliar as aprendizagens no âmbito das relações CTS numa prova de avaliação, sobretudo a nível do Ensino Secundário. Pretende-se que estas provas obedeçam a uma tipologia semelhante às provas externas aplicadas neste ano de escolaridade, designadamente Testes Intermédios e Exames Nacionais, o que torna difícil incluir

questões de outras tipologias. Para ultrapassar estas dificuldades, frequentemente estes conhecimentos são avaliados no âmbito do domínio procedimental.

Ressalva-se como bastante positiva a última tarefa proposta, de forma bastante informal, a todos os alunos. Foi algo espontâneo o que demonstra a importância de um professor ativo e criativo em todos os momentos da aula. Foi solicitado que, de forma natural, sem calendarizar, que os alunos fizessem uma pesquisa semelhante à realizada inicialmente pelo professor e trouxessem para as aulas relatos de investigações científicas. Assim, ao longo do ano letivo, em vários momentos das aulas, após a indicação por parte dos alunos que tinham materiais, o professor solicitava que estes apresentassem os materiais pesquisados, existindo uma discussão pouco formatada, mas bastante profícua sobre a construção da Ciência. A participação dos alunos provou a sua motivação face a estas temáticas.

Esta iniciativa levou a que fossem planeados outros trabalhos futuros, como a implementação de um placar na sala de convívio da escola ou na biblioteca escolar onde estariam afixadas notícias ou pesquisas efetuadas no âmbito da Ciência. Para este placar podiam contribuir trabalhos pesquisados e selecionados pelos professores e pelos alunos.

ATIVIDADE III "A SEDIMENTAÇÃO"

Relativamente à **Atividade III "A Sedimentação"** pode afirmar-se que é a única das atividades selecionadas para constar neste RAP que segue uma metodologia de trabalho prático, contemplando trabalho laboratorial e trabalho experimental.

Esta atividade foi implementada numa aula em que a turma se encontra dividida em turnos (estratégia utilizada para promover o trabalho laboratorial) durante 135 minutos. Desta forma, e sendo uma das primeiras vezes que os alunos do 10.º ano de escolaridade utilizaram o laboratório (dado que o conteúdo relacionado com este contexto é um dos conteúdos iniciais do programa de Biologia e Geologia), o professor sentiu necessidade de rever, juntamente com os alunos, as principais regras de utilização do laboratório, bem como a denominação de alguns materiais de laboratório. O laboratório é um espaço diferente de uma sala de aula e os alunos devem sentir as diferenças em termos de postura, comportamento e responsabilidade que devem apresentar aquando das aulas laboratoriais. Estas aulas são ainda pautadas por trabalhos de grupo, os quais, normalmente são definidos no início do ano letivo e prosseguem até ao seu final. Esta é uma estratégia que pretende responsabilizar os discentes pelo material e pelas tarefas a concretizar.

A parte A da atividade trata-se de uma simples atividade laboratorial que pretendeu ilustrar o fenómeno da sedimentação. Foram utilizados poucos materiais e é um procedimento extremamente elementar, tendo também uma discussão simples, na qual se pretende que os alunos compreendam que a sedimentação é o fenómeno responsável pela deposição dos sedimentos em camadas horizontais, devido à ação da gravidade. Esta parte é considerada um tipo de trabalho prático pois, como afirma Miguéns (1991), os discentes realizaram uma série de procedimentos impelidos e definidos pelo professor e, dentro deste tipo de metodologias, um trabalho laboratorial pois, de acordo com Leite (2001) ocorreu num local específico, neste caso o laboratório, onde foram reunidas as condições necessárias à sua concretização.

Porém, para que esta atividade não fosse apenas uma ilustração ou verificação do conceito de sedimentação, o que pode originar uma ideia pouco dinâmica da Ciência, mas sim uma atividade de investigação e resolução de problemas, no âmbito da concepção CTS, como defendem Martins & Veiga (1999), planeou-se a parte B da atividade.

A parte B da atividade consistiu num trabalho experimental pois, segundo Hudson (1994), envolveu manipulação e controlo de variáveis. O trabalho experimental iniciou-se pela formulação de um problema originado através da discussão geral sobre os fatores que influenciam a sedimentação (por exemplo, tamanho dos sedimentos, velocidade do agente transportador, agitação do meio, viscosidade do agente transportador, entre outros). Cada grupo escolheu um fator a estudar. O professor ajudou na seleção do fator em estudo para que todos os grupos estudassem fatores diferentes. A formulação da hipótese permitiu dirigir o procedimento experimental. Nesta altura da atividade, os grupos de trabalho demonstraram algumas dificuldades, pois não é comum os alunos serem confrontados com a planificação de uma atividade experimental. O professor auxiliou nesta tarefa e verificou todos os procedimentos antes que os grupos os executassem.

Como foi uma atividade muito aberta, pois os próprios alunos definiam o seu problema e o seu procedimento experimental, uma das dificuldades registadas foi o facto de não existirem recursos para investigar algumas das hipóteses enunciadas pelos alunos. Também o tipo de materiais utilizados, materiais simples, do dia-a-dia, condicionou a validade das conclusões dos trabalhos dos alunos. No entanto, esta parte da atividade não tinha como principal objetivo estudar profundamente os fatores que influenciam o processo da sedimentação. O principal objetivo estava relacionado com aspetos procedimentais, com o facto de os alunos serem capazes de raciocinar no sentido de planear um procedimento que conseguisse responder ao problema e à hipótese formulada e que compreendessem a importância de controlar variáveis que não estão em estudo e manipular as variáveis em estudo para conseguir discutir os resultados e enunciar uma conclusão válida. Assim, neste trabalho foi muito importante a discussão e, por isso, promoveu-se a apresentação dos resultados de todos os grupos com consequente debate. Tudo isto mostra o trabalho dos cientistas, enquadrando-se numa concepção CTS para o EC, assim como numa metodologia construtivista, pois o aluno é, novamente, um aprendiz de investigador. Nesta atividade o aluno não tem uma simples reação passiva ao trabalho facultado pelo professor. O aluno constrói o seu próprio conhecimento, tendo como orientador o professor, o qual fornece ferramentas para essa construção.

As atividades laboratoriais e sobretudo as atividades experimentais têm inúmeras vantagens que não são alheias aos professores. Sabemos, à semelhança do que afirma Tavares (2006), que este tipo de metodologias melhora a motivação dos alunos, desenvolve os conhecimentos sobre os conceitos científicos e sobre a própria Ciência e estimula competências ao nível do saber-fazer. Contudo existem algumas limitações, as quais devem ser identificadas pelos professores, no entanto, não devem ser fontes de recusa, na aplicação deste tipo de metodologias. Realça-se como limitações a falta de reagentes e outros materiais para concretizar atividades laboratoriais e a falta de procedimentos experimentais que possam ser aplicados e que estejam relacionados com os conteúdos programáticos. O docente tem de investir bastante tempo e recursos para que consiga implementar, de forma constante, atividades laboratoriais em contexto de aula. É por isso que o trabalho prático não se restringe ao trabalho laboratorial e ao trabalho experimental. Atualmente, para

obedecer às imposições legais para a avaliação prática e experimental das disciplinas científicas do Ensino Secundário, os professores devem utilizar várias atividades em que os alunos têm o papel ativo e em que são avaliadas competências conceituais, procedimentais e atitudinais.

Outra das particularidades do trabalho experimental e mesmo de todo o trabalho prático é a necessidade de o mesmo ficar registado. Para fazer face a esta particularidade, o professor implementou a existência de um caderno prático da disciplina de Biologia e Geologia. Assim, os alunos têm sempre dois cadernos para esta disciplina. O caderno das aulas teóricas e o caderno que devem utilizar para apontar todos os trabalhos práticos, designadamente os trabalhos laboratoriais, experimentais e os trabalhos de campo (visitas de estudo e saídas de campo). Este caderno tem como principal vantagem o facto de os alunos compilarem todas as atividades concretizadas, incluindo os vários relatórios efetuados ao longo dos dois anos letivos da disciplina. É também uma vantagem para o professor, pois pode ir analisando a evolução dos alunos e garante que os alunos, apesar de poderem aceder a ferramentas TIC, não copiam, apenas, a informação pesquisada.

A elaboração dos relatórios das atividades laboratoriais e experimentais, o qual se efetua no caderno prático, deve ter em conta alguns pressupostos. Primeiramente, o professor deve elucidar os alunos quanto à forma de realização do relatório, designadamente a sua estrutura e normas de elaboração, pois estes irão ser parâmetros que constam na avaliação dos mesmos. Na primeira vez que os alunos elaboram relatórios científicos deparam-se com várias dificuldades, por isso, o professor deve despende algum tempo na orientação do relatório, definindo os objetivos de cada uma das partes do relatório. Uma das partes mais complicadas para os alunos é a que diz respeito à discussão. Para facilitar, o professor pode apresentar alguns tópicos de discussão aos quais os alunos devem responder. Esta estratégia deve ser utilizada na elaboração dos primeiros relatórios, após o que os alunos devem ser mais autónomos e mais perspicazes, melhorando o seu conhecimento conceitual e procedimental. O facto de serem fornecidos tópicos de discussão também se torna um elemento facilitador para a correção por parte do professor. Quer sejam ou não dados tópicos de discussão, em todas as aulas laboratoriais ou experimentais, deve existir uma discussão das mesmas o que já é uma forma de orientar os alunos para a elaboração do respetivo relatório.

Para um docente pode tornar-se complicado a avaliação dos relatórios, pois a avaliação deste instrumento revela-se um processo moroso e complexo. A utilização de grelhas de avaliação pode facilitar o processo, pois existe a estruturação e a divisão das cotações. No entanto, estas grelhas são um pequeno auxiliar e podem ser utilizadas para todos os relatórios elaborados ao longo do ano letivo. O professor deve também construir os critérios de correção específicos para cada relatório e distribuir as cotações, estabelecendo por exemplo, e à semelhança do que acontece nos critérios de avaliação das provas de avaliação, níveis de desempenho que têm em conta os tópicos de referência, a organização dos conteúdos, a utilização de linguagem científica adequada e as competências de comunicação escrita em língua portuguesa, para cada parâmetro da estrutura do relatório.

Os resultados obtidos nos relatórios mostram que, na generalidade, os alunos compreenderam os objetivos e as conclusões do trabalho efetuado, chegando a um conceito completo sobre o fenómeno da sedimentação e mostrando os fatores que o influenciam. Como seria de esperar,

verificaram-se mais dificuldades na parte correspondente à discussão dos resultados, pois alguns alunos não conseguiram refletir sobre as limitações dos procedimentos efetuados.

Aquando da análise da atividade III, constata-se que esta contempla também uma metodologia de resolução de problemas pois, segundo Batista (2010), os alunos identificam os problemas, planificam-se e implementam-se os planos de investigação, discutiram e com base nessa discussão validaram as respostas encontradas, formulando as conclusões. Tal como na construção da Ciência, o problema surgiu em primeiro lugar e existiu necessidade de mobilizar conhecimentos para a sua resolução.

Por último, realça-se o facto de esta atividade mostrar que podem ser adaptadas atividades meramente laboratoriais, disponíveis nos vários manuais das disciplinas, em atividade de carácter experimental, bastando existir algum esforço e disponibilidade por parte do professor no sentido de conseguir promover essa adaptação.

ATIVIDADE IV “TRABALHOS DE MORGAN”

Relativamente à **Atividade IV “Trabalhos de Morgan”**, considera-se pertinente apresentá-la como uma estratégia de resolução de problemas. Segundo Bonito (2010) e West (1992), citado em Batista (2010), a RP apresenta várias fases como a apresentação e a identificação do problema, a planificação do trabalho, escolhendo as estratégias adequadas, o próprio trabalho e avaliação e síntese de todo o processo.

Tendo em conta estes pressupostos, bem como as orientações de outros autores como Bond (1985), West (1992) e Lambros (2004), citados em Batista (2010), julga-se que esta atividade obedeceu a todos eles. Primeiramente apresentaram-se as características de um material biológico muito utilizado em estudos de genética, no caso a *Drosophila melanogaster*. Esta parte não pretendia abarcar uma estratégia de RP, mas foi pertinente para os alunos conhecerem um material a ser utilizados em aulas laboratoriais subsequentes. A apresentação do problema surgiu quando se iniciou o estudo sobre os trabalhos de Morgan no âmbito da transmissão da cor dos olhos em *Drosophila melanogaster*. Considera-se que foi utilizado material estimulante, pois os alunos foram confrontados com uma diferença face aos conhecimentos já adquiridos. Seguiu-se a formulação do problema e também de diretrizes que auxiliaram os alunos no seu pensamento crítico e na elaboração de estratégias de investigação para a resolução do problema. Nesta altura da aula, os alunos tiveram oportunidade de se juntarem a pares. Neste caso, o docente privilegiou o trabalho a pares uma vez que, como a investigação seria curta e a aula continuaria, não se devia alterar toda a logística da sala de aula. Mesmo assim, os alunos trabalharam cooperativamente, partilhando dúvidas e construindo em conjunto a resposta ao problema. As fontes de pesquisa utilizadas também foram poucas devido à simplicidade do problema, podendo os alunos recorrer ao manual da disciplina. Por fim, após todos os pares de alunos terem uma resposta ao problema e ter sido solicitado que apresentassem essa resposta de forma organizada e fundamentada, o docente apresentou as conclusões. A síntese da atividade serviu como uma reaplicação da aprendizagem conceptual.

Esta foi uma atividade simples, enquadrada num conhecimento científico muito específico, mas que prova que as estratégias de RP podem ser globalizantes e utilizadas para procurar respostas

para problemas que envolvam vários conteúdos e unidades de ensino, mas também podem ser utilizadas facilmente para compreender pequenos conceitos científicos. Também prova que a resolução de problemas pode ser adaptada a vários conteúdos, sendo esta atividade um exemplo dessa adaptação a um conteúdo. Ao estarem habituados a que existam pequenas estratégias de resolução de problemas durante as várias tarefas letivas, os alunos desenvolvem o raciocínio e o pensamento crítico e tornam-se mais ativos na sua tomada de decisão, pois utilizaram a metacognição no sentido de aprender a aprender, tal como defendem Bueno (2006) e Santos & Infante – Malachias (2008).

Esta atividade permitiu, também, trabalhar os conteúdos já lecionados anteriormente como forma de revisão e como forma de comparação com o conteúdo abordado, o que também melhorou a identificação das diferenças entre as várias formas de transmissão de características hereditárias.

Ficou provado que os alunos compreenderam o conteúdo relacionado com a hereditariedade ligada ao sexo pelo facto de terem demonstrado facilidades aquando do estudo da transmissão de características hereditárias em *Drosophila melanogaster*, através de uma atividade laboratorial realizada posteriormente. Estes resultados permitem apoiar algumas vantagens enumeradas por Batista (2010) da aplicação destas metodologias, tais como o facto de a aprendizagem se tornar mais efetiva e significativa quando os alunos estão ativamente envolvidos e incentivar o desenvolvimento de atitudes de autonomia, rigor, objetividade e cooperação.

Uma das dificuldades nas estratégias de RP é a gestão de grupos com ritmos de aprendizagem, raciocínios e metodologias de trabalhos bastante diferentes. Alguns pares já tinham terminado o raciocínio enquanto outros alunos ainda estavam nas etapas iniciais. Nestes casos, é importante a flexibilidade inerente ao trabalho docente que pode solicitar aos pares mais avançados novas tarefas, como a resposta a outros problemas. Como o conteúdo a abordar era simples e a atividade estava muito estruturada não se sentiram desvantagens típicas das estratégias de RP, tais como a adequação dos problemas, a gestão do tempo disponível e a utilização dos instrumentos de pesquisa essenciais.

Para melhorar esta atividade podia-se reformular e alargar a estratégia no sentido de abordar todos os modos de transmissão de características hereditárias que diferem da típica transmissão mendeliana. Esta metodologia requeria maior número de instrumentos de pesquisa, maior disponibilidade em termos de tempos letivos e formação de grupos com maior número de elementos.

ATIVIDADE V “MÉTODOS CONTRACETIVOS”

A última atividade selecionada (**Atividade V – “Métodos Contracetivos”**), à semelhança da Atividade I, também é uma atividade bastante complexa e completa, admitindo metodologias de resolução de problemas (é o que despoleta as tarefas), de trabalho cooperativo (há formação de grupos que trabalham colaborativamente) e de trabalho prático (alunos ativos na construção de recursos). Estas metodologias estão integradas de forma harmoniosa de modo a atingir os objetivos definidos.

A parte inicial da atividade consiste na leitura e discussão de um documento pesquisado pelo docente (realça a importância da pesquisa e atualização constante como parte fundamental desta

profissão) relativo à saúde reprodutiva, tratando-se de uma forma de apresentar os problemas relacionados com a manipulação da fertilidade, estimulando os alunos para uma temática por vezes cansativa, dado que é discutida ao longo de todo o Ensino Básico e Ensino Secundário. É esta fonte de informação que despoleta os problemas relacionados com a atividade. Neste caso, preferiu-se que cada grupo tratasse de um só problema para que não existissem trabalhos semelhantes e para que os alunos pudessem aprender com a apresentação dos trabalhos dos restantes grupos. Após a definição de cada problemática, os grupos juntaram-se no sentido de dar resposta aos problemas específicos. Assim, existiram as várias fases típicas da metodologia RP.

A organização em trabalhos de grupo permitiu um trabalho e uma aprendizagem cooperativa. A opção por esta estratégia baseou-se sobretudo nas suas vantagens, enunciadas por Andrade (2011) e Ramos (2008), das quais se destacam o desenvolvimento de competências sociais e de comunicação, maior independência e autonomia no trabalho e aumento da motivação. Um trabalho cooperativo pressupõe a formação de grupos heterogéneos que podem partilhar conhecimentos, vivências, no sentido de se auxiliarem para atingirem objetivos comuns. Apesar de ser um trabalho entre alunos, estes grupos foram sempre orientados e assistidos pelo professor, o qual estabeleceu objetivos incitando a uma tarefa desafiadora e motivadora (tal como se espera também de metodologias RP) deu informações sobre o que se pretende, auxiliou na organização dos alunos em equipas de aprendizagem e na distribuição de tarefas, observou e orientou o trabalho de cada grupo e o trabalho de cada aluno e avaliou os resultados.

Os trabalhos de grupo foram a metodologia utilizada para que os alunos construíssem materiais e recursos para responder à problemática inicial, considerando-se assim que existiu um trabalho prático. Os alunos, na maioria dos grupos, optaram por elaborar apresentações na ferramenta do *PowerPoint* o que serviu para desenvolver as competências TIC dos alunos. Apesar de não ser um dos aspetos considerados no EC no presente trabalho, reconhece-se a importância da utilização por parte do professor e por parte dos alunos deste tipo de recursos. São ferramentas motivadoras e que permitem aceder, transformar e produzir informação.

Estes trabalhos idealizados e produzidos pelos grupos foram contabilizados para a avaliação prática e experimental da disciplina. Dada a particularidade das atividades experimentais torna-se importante o professor criar outros instrumentos de avaliação para este parâmetro. Assim, para além dos trabalhos laboratoriais e experimentais, avaliados através da elaboração de relatórios científicos (facto discutido aquando a reflexão da atividade III) inserem-se neste parâmetro outros tipos de trabalhos práticos enunciados por Hudson (1994), tais como os debates e *role-playing*, as pesquisas de informação e a elaboração de artigos e cartazes.

Tal como já mencionado, a avaliação das metodologias de TP e TC são complexas. De modo a ultrapassar esta dificuldade o professor deve tornar a avaliação o mais objetiva possível para que esta seja justa e realmente avalie as aprendizagens e evoluções dos alunos. Para a avaliação dos dois trabalhos práticos elaborados para esta atividade, criou-se uma grelha de avaliação que representa os domínios em que o trabalho irá ser avaliado e as suas respetivas cotações. Dado o carácter particular deste trabalho decidiu-se que os domínios de avaliação deviam compreender vários parâmetros desde a avaliação dos conteúdos e correção científica até à avaliação da

apresentação multimédia, da oralidade e da criatividade. Mesmo demarcando objetivamente os critérios, a avaliação dos trabalhos práticos é sempre um processo comprometedor para o professor e que em muito ainda pode melhorar.

Uma estratégia que resultou bastante bem foi a utilização de grelhas de auto e heteroavaliação dos trabalhos de grupo. Na aula de apresentação dos trabalhos de todos os grupos, o professor cedeu a cada grupo uma grelha de avaliação que continha os parâmetros de avaliação, bem como um campo para observações e outro campo para a nota final, a qual foi preenchida por todos os elementos do grupo avaliando o desempenho do próprio grupo e dos restantes grupos de trabalho. Esta grelha serviu diversos objetivos. Os alunos tomam consciência dos parâmetros de avaliação, desenvolvem competências de avaliação e de pensamento crítico, autoavaliam-se e tomam consciência das dificuldades inerentes ao papel do professor. Os alunos tornam-se mais críticos mas também mais justos.

Como resultados realça-se o bom funcionamento de todos os grupos. Trata-se de uma atividade aplicada a uma turma de 12.º ano de escolaridade e, portanto, os seus elementos reconhecem as suas características e as dos seus colegas e organizaram grupos heterogéneos e, ao mesmo tempo, coesos. Uma das estratégias que pode ser considerada em anos de escolaridade que demonstrem maturidade suficiente e em que as estratégias cooperativas sejam uma constante é o pressuposto de que os grupos de trabalho devem ser alterados em todas as atividades propostas. Ao evitar a repetição dos grupos de trabalho, o professor estará a fomentar a comunicação com pessoas diferentes, a socialização de pares e a preparação para percursos universitários onde os alunos se irão deparar com a necessidade de colaborarem com pessoas que não conhecem.

Uma das partes mais interessantes da atividade foi o facto de esta ter servido como uma forte ligação entre alunos de diferentes classes etárias. Sendo a temática da manipulação da fertilidade, sobretudo, a utilização dos métodos contracetivos, conteúdo trabalhado também ao nível do 9.º ano de escolaridade, a sugestão de apresentar os trabalhos a estas turmas foi aliciante e revigorizante.

Os alunos das turmas de 9.º ano de escolaridade foram bastante participativos, revelando um gosto especial por assistir a um trabalho de outros colegas. Fizeram várias questões e sugestões, o que levou a que fosse necessário ocupar mais tempo letivo. Para auxiliar os alunos do 9.º ano nos seus estudos foram fornecidas as apresentações elaboradas pelos alunos da turma de 12.º ano.

As dificuldades da implementação desta estratégia estão relacionadas com toda a logística das atividades práticas que envolvem uma grande disponibilidade de carga horária letiva das turmas. Durante várias aulas foram elaborados e preparados os trabalhos de grupo, o que exigiu que existisse disponibilidade de espaços para trabalhar nos computadores da escola e para pesquisa (como a biblioteca escolar) ou para que os alunos trouxessem os seus próprios computadores. O professor teve também de apresentar disponibilidade e flexibilidade para organizar as sessões para as turmas de 9.º ano, sendo necessário salas específicas, material de projeção e uma calendarização responsável e adequada, de modo a não perturbar as atividades letivas das próprias turmas.

Conclui-se, após a reflexão sobre as atividades selecionadas para constar no presente RAP, que as metodologias referenciadas no capítulo 2 são metodologias integradoras de um ensino das

Ciências focalizado para uma concepção CTS enquanto abordagem globalizante sobre a construção da Ciência, as quais indubitavelmente podem ser integradas nas planificações das aulas.

Página propositadamente em branco.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. CONCLUSÕES

Após a elaboração deste estudo torna-se pertinente mencionar as suas principais conclusões resultado de metodologias reflexivas assentes na análise de cinco atividades previamente selecionadas tendo em conta a orientação CTS e as metodologias de ensino-aprendizagem construtivistas. Estas conclusões são formuladas tendo em linha de conta os objetivos delineados previamente. Para além de conclusões gerais, referem-se os principais aspetos positivos da aplicação das metodologias descritas e de todo o trabalho concretizado. Numa perspetiva de melhoria futura, mencionam-se algumas limitações que se consideraram relevantes e propostas de trabalhos futuros. Neste sentido, o presente capítulo apresenta as conclusões associadas à problemática e ao objeto de estudo, não omitindo algumas conclusões sobre o próprio trabalho.

Relativamente ao objetivo do estudo, foi comprovado que as atividades selecionadas estão coadunadas com as práticas pedagógicas preconizadas por uma orientação CTS, através da discussão explanada no capítulo 4. É apanágio das atividades descritas orientar o aluno como o agente principal do processo de aprendizagem, dando enfoque às suas vivências e ao seu trabalho ativo e prático. O professor é encarado como um objeto valioso no processo de construção das tarefas, na planificação e na avaliação das mesmas. É o professor que tem de encontrar os melhores percursos e recursos para inserir o aluno numa aprendizagem significativa e motivante que respondam às finalidades da educação e do ensino das Ciências.

Apesar de alguma falta de dados mais objetivos (argumento a tratar na parte das limitações) é possível registar uma melhoria da atitude dos alunos face ao estudo aquando a aplicação das atividades e tarefas apresentadas. Na generalidade, e não mencionado situações específicas particulares de alunos, as turmas abraçaram as atividades propostas demonstrando empenho, interesse, participação ativa e um índice de atenção e concentração mais elevado.

No que concerne à própria elaboração do RAP, a pesquisa de informação (através da revisão de literatura) e a reflexão efetuada permitiram demonstrar, clara e objetivamente, o domínio de competências e capacidades necessárias para o Ensino das Ciências. Este relatório, tal como previsto, foi uma fonte inesgotável de formação, com consolidação de competências, renovação de informação e reforço de conhecimentos. Pessoalmente, permitiu desenvolver e aperfeiçoar competências de vários domínios, tais como, de conhecimento explícito, de raciocínio e de comunicação. Espera-se que contribua a curto e a longo prazo para uma visão integradora da Ciência, para a elaboração de materiais, recursos e atividades letivas e de complemento curricular mais enriquecedoras, ou seja, para uma docência plena de vigor que efetivamente permita formar jovens cidadãos conscientes, dinâmicos e exigentes, bem-sucedidos pessoal e profissionalmente.

5.2. ASPETOS POSITIVOS

No quadro de pressupostos para o EC este trabalho permitiu comprovar a inclusão da concepção CTS na prática pedagógica de um modo efetivo e a concretização da sua transversalidade ao longo de vários conteúdos programáticos, que surge na literatura como imprescindível para que a concepção CTS tenha potencialidades como recurso educativo. Assim, este trabalho pode ser encarado como uma base de recursos que irá permitir encontrar algumas pistas de exploração de conteúdos CTS no programa escolar.

O principal aspeto positivo está relacionado com as inúmeras vantagens e benefícios, enumeradas por um sem número de autores, que advém da prática efetiva e constante de metodologias ativas. Em termos práticos e fundamentados, o professor sente a turma mais dinâmica, mais envolvida, o que claramente contribui para a aprendizagem dos conteúdos científicos. Mas não são só benefícios em termos de conhecimento explícito e capacidades cognitivas, os alunos não aprendem só Ciência. Os alunos sujeitos a estes métodos aprendem a fazer Ciência, têm consciência do que é a Ciência, aproximam-se da Ciência. Alunos com este perfil podem, mais facilmente e espontaneamente, seguir percursos universitários que os conduzam a futuros investigadores e profissionais de áreas científicas.

Ao implementar estratégias de trabalho prático existe uma melhoria das capacidades procedimentais, tendo maior destreza física (aperfeiçoando a manipulação de materiais) e destreza cognitiva (melhorando o raciocínio lógico e o pensamento crítico). Existe, ainda, uma melhoria das competências sociais e afetivas, quer a nível individual (alunos mais satisfeitos, como maior autoestima), quer a nível da interação com outros (promovendo-se o respeito e a assertividade). Não se deve omitir uma melhoria considerável na relação professor-aluno, no sentido bilateral. Os alunos, estando em harmonia consigo próprios e com os outros tendem a suprimir atitudes menos positivas e desadequadas em contexto de sala de aula. Sentem o professor mais próximo, mais cooperante e estreitam a ligação, aumentam o respeito e a dedicação. O professor circulando e aproximando-se do trabalho dos alunos melhora a comunicação com estes, favorecendo a discussão, a partilha e a comunicação. Estando tranquilo com a sua postura e com o trabalho delineado, consegue estar mais atento aos alunos, aos seus comportamentos e às suas aprendizagens. Estes benefícios são claramente identificados no que diz respeito ao trabalho cooperativo.

No caso dos professores, salienta-se como ponto mais positivo a utilização de vários tipos de recursos que advém de uma constante pesquisa e também de uma vivência da Ciência que não termina na escola. A participação em atividades de divulgação da Ciência para o público em geral, como as atividades da Ciência Viva, ou participação em ações de formação promovidas por entidades reconhecidas no âmbito da Ciência, como o Instituto Gulbenkian da Ciência, fazem com que o professor tenha em suas mãos mais ferramentas para o processo de ensino-aprendizagem no âmbito das Ciências.

O trabalho efetuado no seio do Grupo Disciplinar também é um ponto bastante positivo, pois estimula a criatividade, a união de ideias e faz com que exista uniformização de procedimentos

pedagógicos, sem menosprezar a individualidade de cada professor e as especificidades de cada turma.

Em termos de elaboração do RAP, o aspeto mais positivo foi ter funcionado como um momento privilegiado para a reflexão. O trabalho do professor é um trabalho a tempo inteiro, sem quebras, sem pausas, o que, por vezes, deixa pouco espaço e energia para a reflexão. Mas não termina na reflexão. A reflexão dá lugar à ação. Não tem sentido existir reflexão e ponderação dos benefícios e desvantagens ou limitações sem se proceder a uma ação de melhoria, no sentido de estimular o que foi verdadeiramente positivo e remodelar o que foi considerado desvantajoso. Foi importante avaliar o trabalho efetuado, os seus resultados nos alunos e no professor. Existiu uma autoavaliação fundamental para a melhoria da prática docente.

5.3. LIMITAÇÕES

É possível enunciar limitações respeitante ao estudo efetuado, à metodologia aplicada e às próprias atividades.

A escolha da temática pode ter levado a um estudo muito pouco abrangente e, por isso, afastado do que ocorre na realidade escolar no que concerne ao ensino das Ciências. Os pressupostos para o EC veiculado por investigadores, professores e Ministério da Educação não se limitam à importância de uma visão CTS. Mesmo as estratégias construtivistas não devem ser encaradas como o único recurso de um professor, como a inquestionável receita para um sucesso escolar. O professor deve ser um profissional com competências científicas e didático-pedagógicas e com um gosto constante em evoluir e inovar. Outra das chaves para o verdadeiro sucesso do professor pode estar também nas suas várias capacidades inatas ou trabalhadas, como a flexibilidade, a reflexividade, a comunicação e a empatia, as quais são difíceis de comprovar e só fazem sentido no contexto das aulas, não se planificam, não se avaliam. Desta forma, pode-se afirmar que a mera apresentação e discussão das atividades implementadas não mostra a dinâmica da aula nem o verdadeiro papel do professor que é muito mais do que planificar aulas e construir materiais ou selecionar recursos.

As atividades foram implementadas durante vários anos, apesar de ter sido indicado um ano letivo de aplicação. Ao longo dos momentos de aplicação há sempre alterações à estratégia inicial, advindo das características das turmas e no sentido de melhorar a abordagem, são pequenos afinamentos e ajustes, os quais proveem de uma prática reflexiva e atuante.

Quanto à metodologia aplicada, o facto de ter existido um limite aceitável para o número de atividades a selecionar também contribuiu para estreitar a visão sobre o complexo mundo de ensinar Ciências. Podiam ter sido apresentadas outras atividades muito presentes na prática letiva e de complemento curricular, como as visitas de estudo e as saídas de campo, que podem levar à concretização de trabalhos práticos e de trabalhos cooperativos, e que também se enquadram numa perspetiva de resolução de problemas. A participação em concursos promovidos por entidades

externas, a aplicação de fichas de avaliação procedimental e a utilização das TIC são metodologias e estratégias que marcam presença efetiva nas práticas letivas dos docentes, pois obedecem às finalidades para o ensino das Ciências e também fornecem diversos benefícios.

As próprias opções metodológicas podem ser perspetivadas como sendo limitações. Foram utilizadas metodologias de análise qualitativa às quais está inerente uma dose significativa de subjetividade. Não existiram dados quantitativos advindo da aplicação de testes, inquéritos ou outros instrumentos de avaliação que fornecessem dados mensuráveis e, portanto, mais fiáveis e objetivos. A opção por uma abordagem narrativa centrada apenas na figura do professor limita os resultados obtidos. Trabalhou-se muito com a memória individual, o que acarreta subjetividade e omissões e necessita de um esforço contínuo para recordar a forma como decorreram as tarefas.

O facto de ser um trabalho realizado *à posteriori* faz com que não se tenham reunidos propositadamente materiais que comprovem as estratégias, designadamente fotografias dos trabalhos, trabalhos dos alunos e avaliações realizadas.

Relativamente à implementação dos pressupostos do ensino CTS salientam-se limitações oriundas de alguma falta de formação por parte dos professores e dificuldades na construção de materiais e recursos específicos, os quais normalmente não figuram nos manuais das disciplinas. É necessário um grande investimento em termos de recursos e tempo disponível. Ainda existem limitações específicas associadas a cada tipo de metodologia. Por exemplo, a implementação de trabalhos laboratoriais e experimentais necessita de materiais e reagentes que têm de ser adquiridos e disponibilizados pela escola. A avaliação dos trabalhos práticos e cooperativos continua a exibir alguma subjetividade, mesmo com a elaboração de critérios de correção fechados, específicos e estruturados. É uma tarefa morosa que pode levar a que alguns docentes desistam ou diminuam a frequência de implementação destes trabalhos.

Por último, refere-se a monitorização e a avaliação dos objetivos propostos para cada atividade. É difícil avaliar inequivocamente se os objetivos foram atingidos e, em educação, é difícil enunciar objetivos mensuráveis. Os objetivos mais difíceis de quantificar são os que dizem respeito ao desenvolvimento de competências do domínio do saber-ser. Parece que, quando se trata da educação e do ensino, a avaliação é o ponto mais frágil.

5.4. SUGESTÕES DE MELHORIA E DE TRABALHO FUTURO

Face às limitações mencionadas anteriormente, apresentam-se algumas sugestões de melhoria que visam colmatar as dificuldades sentidas e proporcionar, no futuro, trabalhos mais profícuos.

Em termos de investigação na área da problemática estudada, sugere-se que sejam realizados estudos de índole quantitativa para que surjam respostas inequívocas sobre as vantagens do ensino segundo uma conceção CTS. Estes estudos podem ser concretizados por professores investigadores que implementam nas suas aulas as partes específicas de um estudo de investigação-ação. Teria

interesse perspetivar e planejar um trabalho desta tipologia com base numa das atividades apresentadas.

Para futuros relatórios semelhantes ao efetuado, sugere-se uma aposta na metodologia, por exemplo, analisando entrevistas a alunos e expondo os seus trabalhos.

Quanto às sugestões de melhoria específicas de cada atividade, estas foram já mencionadas aquando da reflexão (capítulo 4).

As atividades aqui apresentadas são exemplificativas, existem outras que também já foram aplicadas e muitas outras que estão planeadas conceitualmente mas que ainda não foram implementadas. A resolução de problemas, o trabalho prático, e todas as suas vertentes, e o trabalho cooperativo são estratégias que podem, com mais ou menos esforço, ser adaptadas para a abordagem da grande maioria dos conteúdos em Ciências. O trabalho de um professor tem muito para progredir. O gosto pelo próprio trabalho e necessidade de evoluir são responsáveis pelo aumento da criatividade importante para melhorar, aprimorar e inovar as práticas letivas.

Por este ter sido um trabalho árduo mas gratificante e compensador sugere-se que cada professor, no seu dia-a-dia escolar, planeie e concretize pequenas investigações-ações, construindo materiais em formato papel ou formato digital, que lhe permita anotar, de forma fiável e célere, a reflexão crítica do seu desempenho. Nesta profissão tão nobre, os docentes têm de tomar consciência que para ser melhor professor é necessário refletir.

Página propositadamente em branco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, N. (2005). *Investigação Naturalista em Educação. Um guia prático e crítico*. 1.^a Edição. Porto: Edições Asa.
- AGUILAR, T. (1999). *Alfabetización científica e educación para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.
- ANDRADE, C. (2011). *Aprendizagem Cooperativa. Estudo com alunos do 3.ºCEB*. Dissertação de mestrado. Obtido a 25 de janeiro de 2012, de https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/6157/1/DISSERTACAO_FINAL.pdf
- ASE (2000). *ASE policy statement – the public understanding of science*.
- BATISTA, M. (2010). *Aprendizagem de Física e Química Baseada na Resolução de Problemas*. Dissertação de mestrado. Obtido a 25 de janeiro de 2012, de <http://ria.ua.pt/handle/10773/1421>
- BELL, J. (2010). *Doing Your Research Project: A Guide for First-Time*. Researchers in Education and Social Science. 5.^a Edição. Lisboa: Editora Gradiva.
- BONITO, J. (2003). *Na procura da definição do conceito de «atividades práticas»*. Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 1996, Extra, 8-12.
- BONITO, J. (2010). *Ensino das Ciências de base cognitiva: perspectivas atuais*. Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional.
- BONITO, J. (2011). *Pensar no Ensino das Ciências com cognição*. in L. Marques, J. Bonito, G. McDade, L. Martins, J. Medina, M. Morgado, D. Rebelo (Orgs.), *Seminário Os tempos do mundo e o tempo geológico: das aprendizagens ao contributo para a cidadania*. Aveiro: Universidade de Aveiro, pp. 26-41.
- BOUD, D. & FELETTI, G. (1997). *Changing problem-based learning*. In Boud, D. e Feletti, G. (Eds). *The challenge of problem-based-learning*, Londres: Kogan Page, 1-14.
- BUENO, P. (2006). *Avances hacia el aprendizaje autónomo en la implementación del aprendizaje basado en un curso de Química General*. In *Actas do congresso internacional PBL2006ABRP*. Lima (Peru): Pontificia Universidad Católica del Perú.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J. & JORGE, M. (2000). *Reflexão em torno de Perspetivas do Ensino das Ciências: contributos para uma nova orientação curricular – Ensino por Pesquisa*. Revista de Educação, vol. 9, nº1, pp. 69-78.

- CACHAPUZ, A., PRAIA, J., PAIXÃO, F. & MARTINS, I. (2000). *Uma visão sobre o ensino das ciências no pós mudança concetual. Contributos para a formação de professores*. Inovação13, 2-3, pp.117-137.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J., & JORGE, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J., & JORGE, M. (2004). *Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico*. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, pp. 363-381.
- CACHAPUZ, A. & PRAIA, J. (2005). *Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético*. *Revista CTS*, 2(6), pp. 173-194.
- COHEN, L., MANION, L. & MORRISON, K. (2005). *Research Methods in Education*. 5th Edition. London and New York: RoutledgeFalmer.
- COSTA, J.A. (1999). *O papel da escola na sociedade atual: implicações no ensino das ciências*. *Millenium* (Revista do Instituto Superior Politécnico de Viseu), 15, 56-62.
- COSTA, J. A. (2000). *Educação em ciências: novas orientações*. *Millenium*, 19.
- DELGADO, C., & PONTE, J. P. (2004). *A reflexão sobre as práticas de ensino da Matemática de três futuras professoras do 1º ciclo do ensino básico*. *Quadrante*, 13(1), 31-61.
- DEPARTAMENTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DEPARTAMENTO DO ENSINO SECUNDÁRIO (2001). *Programa de Biologia e Geologia 10.º Ano*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DIREÇÃO GERAL DE INOVAÇÃO E DE DESENVOLVIMENTO CURRICULAR (2004). *Programa de Biologia 12.º Ano*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DOMINGOS, A. M.; NEVES, I. P. & GALHARDO, L. (1987). *Uma forma de estruturar o ensino e a aprendizagem*. 3ª Edição. Lisboa: Livros Horizonte.
- FREITAS, L. & FREITAS, C. (2003). *Aprendizagem Cooperativa*. Porto: Edições Asa.
- GALVÃO, C. (2002). *O Ensino das Ciências Físicas e Naturais no Contexto de Reorganização Curricular*. *Boletim da APPBG*, 17, 7-15.

- GALVÃO, C. & FREIRE, A. (2004). *A perspetiva CTS no currículo das Ciências Físicas e Naturais em Portugal*. In Martins, I.; Paixão, F.; Vieira, R. *Perspetivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- GIL-PÉREZ, D. et al. (2002). *Defending constructivism in science education*. *Science & Education*, 11, 557-571.
- HODSON, D. (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Informação 03.12. Prova de Exame Nacional de Biologia e Geologia, de 10 de novembro de 2011. Obtido em 12 de fevereiro de 2012, de <http://www.gave.min-edu.pt/np3/407.html>
- JORGE, M. M. (1992). *Educação em ciência: perspetivas atuais*. In Oliveira, M. T. (Coord.), *Didática da Biologia* (pp. 29-41). Lisboa: Universidade Aberta.
- KIT, C. (2003). *The Study of Different Grouping Arrangement in ICT Supported Cooperative Learning*.
- LEITE, L. (2001). *Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências*. In H. V. Caetano & M. G. Santos (Org.), *Cadernos didáticos de ciências: Volume 1* (pp. 79- 97). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- MAGALHÃES, S. & TENREIRO-VIEIRA, C. (2006) *Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento Crítico. Um programa de formação de professores*. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), pp. 85-110.
- MARCO-STIEFEL, B. (2001). *Alfabetización científica y enseñanza de las Ciencias. Estado de la cuestión*. In P. Membiela et al. (Eds.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: Formación científica para la ciudadanía* (cap. 2). Madrid: Narcea.
- MARQUES, M. (2005). *O ensino laboratorial das ciências naturais pós-revisão curricular do ensino secundário: Que implicações?* *Revista da Educação*, 13(1), 133-154.
- MARTINS, I. P. (2002). *Problemas e perspetivas sobre a integração CTS no sistema educativo português*. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1, Nº 1, 28-39.
- MARTINS, I. (2003). *Literacia Científica e Contributos do Ensino Formal para a Compreensão Pública da Ciência*. In Lição Síntese apresentada para Provas de Agregação, Universidade de Aveiro.
- MARTINS, I. & VEIGA, L. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspetiva da educação em ciências*. Instituto de Inovação Educacional.

- MEMBIELA, P. (2001). *Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias*. In P. Membiola et al (Eds.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: Formación científica para la ciudadanía* (cap. 6). Madrid: Narcea.
- MIGUÉNS, M. (1991). *Atividades práticas na educação em ciência: Que modalidades? Aprender*, 14, 39-44.
- MOREIRA, C. (2004). *Ciência-Tecnologia-Sociedade: Implicações para o processo Ensino/Aprendizagem decorrentes da planificação, comunicação e avaliação em projeto CTS, com alunos do 3.º e 4.º ano e professores do 1.º CEB*. Dissertação de mestrado. Obtido a 28 de dezembro de 2011, de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/2765/1/CTS%20-%20Implica%C3%A7%C3%B5es%20para%20o%20processo%20E%20A%20decorrentes%20da%20plani%E2%80%A6.pdf>
- NOVAIS, A. & CRUZ, N. (1989). *O ensino das ciências, o desenvolvimento das capacidades metacognitivas e a Resolução de Problemas*. *Revista de Educação*, 1(3), 65-75.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL) (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- PEIXOTO, J. P., TEIXEIRA, M., COELHO, D., MOREIRA, D. & MOTA, P. S. (2006). *Estudos de Caso: O Método ABP Caso Home Concept*. Edição Casos do IESF. Espaço Atlântico.
- PIRES, D. (2001). *A teoria do desenvolvimento psicológico de Vygotsky*. In D. Pires, *Práticas pedagógicas inovadoras em educação científica: Estudo no 1º Ciclo do Ensino Básico*. Tese de doutoramento (pp.20-24), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. (texto não publicado).
- Portaria n.º 1322/2007, Diário da República, 1.ª série, N.º 192, de 4 de outubro, pp. 7107-7123.
- PRETO, A. (2008). *Ensino da Biologia e Geologia no ensino secundário: exames e trabalho experimental*. Dissertação de mestrado. Obtido a 22 de novembro de 2011, de http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1312/1/19578_ulfc091370_tm_Dissertacao_de_Mestrado_Alexandra_Preto.pdf
- PUJOLÁS, M. P. (2008). *9 ideias chave: El aprendizaje cooperativo*. Barcelona: Editora GRAÓ.
- PUJOLÁS, M. P. (2009). *Aprendizaje cooperativo y educación inclusiva: Una forma práctica de aprender juntos alumnos diferentes*. VI Jornadas de cooperación educativa con iberoamérica sobre educación especial e inclusión Educativa. Barcelona: Universidade de Vic. Acedido em 15 de Julho de 2010, em: <http://www.educacion.es/dctm/ministerio/educacion/actividad->

- RAMOS, R. (2008). *A aprendizagem cooperativa no ensino-aprendizagem das Ciências Naturais – o método STAD*. Dissertação de mestrado. Obtido a 10 de dezembro de 2011, de http://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/226/1/msc_rccramos.pdf
- SANTOS, M. (2001). *Relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad*. In Membiela Iglesia, P. (Ed.). *Enseñanza de las Ciencias desde la Perspectiva Ciencia- Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea, 61-75.
- SANTOS, M. E. (2004). *Dos códigos de Cidadania aos códigos do Movimento CTS*, In Martins, I.; Paixão, F.; Vieira, R. *Perspetivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- SANTOS, S. & INFANTE-MALACHIAS, M. E. (2008). *Interdisciplinaridade e Resolução de Problemas: Algumas questões para quem forma futuros professores de ciências*. Educ. Soc., Campinas, vol. 29.
- SCHÖN, D. (1983). *The reflective practitioner: How professional think in action*. Aldershop Hants: Avebury.
- SCHÖN, D. A. (1992). *The theory of inquiry: Dewey's legacy to education*. *Curriculum Inquiry*, 22(2), 119-139.
- SEQUEIRA, M. (2004). *Ciência, Tecnologia e Sociedade: Inter-relações e implicações para o ensino das ciências*, In Leite, L. *Metodologia do ensino das Ciências: Evolução e tendências nos últimos 25 anos*. Braga: Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- SOLOMON, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham: Open University Press.
- TAVARES, A. (2006). *O trabalho prático e a formação de professores de ciências: perspectivas para um ensino renovado*. Dissertação de mestrado. Obtido a 20 de dezembro de 2011, de <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/1301/1/2007001366.pdf>
- VASCONCELOS, C., LOPES, B., COSTA, N., MARQUES, L. & CARRASQUINHO, S. (2007). *Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciências*. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, vol.6, nº2.
- ZEIDLER, D., HOWES, E., SADLER, T. & SIMMONS, M. (2005). *Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education*. Wiley InterScience, pp. 357-377.

ZIMAN, J. (1984). *An Introduction to Science Studies*. Cambridge: Cambridge University Press.

ANEXOS

ANEXO I.1

“EU SOU UM INVESTIGADOR”

FICHA DE TRABALHO

Através das aulas anteriores ficaste a saber que um dos aspetos que tornam a Terra um planeta único é o facto de possuir Vida. No entanto, os cientistas acreditam que a Terra é única também por possuir uma “Vida Interna”. A esta “Vida Interna”, os cientistas denominam Dinâmica Interna da Terra. Nesta unidade de ensino irás aprender o que é a **Dinâmica Interna da Terra**.

Porque se considera a Terra um planeta com dinâmica interna?

1. Observa atentamente as Figuras 1 e 2.



Figura 1 – Aspeto da Terra há 225 milhões de anos.

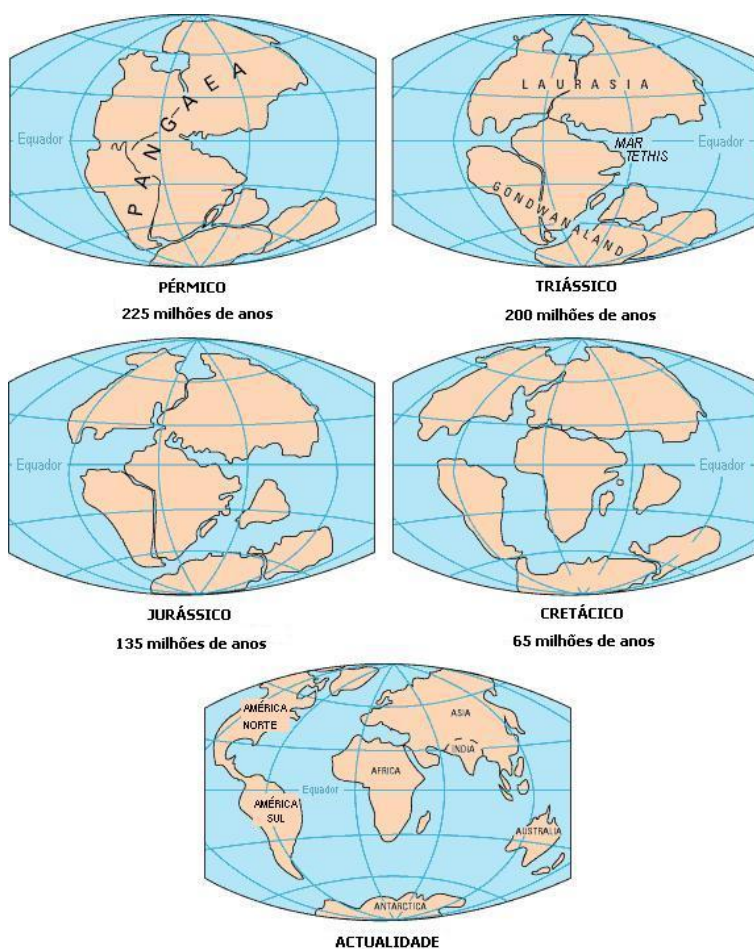


Figura 2 – Aspeto atual da Terra.

- 1.1. Que problema estes dados sugerem?

- 1.2. Propõe uma hipótese que procure responder ao problema que formulaste.

→ No princípio do século XX, um cientista alemão chamado Wegener propôs a Teoria da Deriva Continental.



Segundo esta teoria, os continentes atuais teriam estado unidos, há 250 milhões de anos, num único supercontinente, chamado Pangeia. Ao longo do tempo, a Pangeia fragmentou-se e os continentes ter-se-iam movimentado à deriva, até ficarem na posição que ocupam (Figura 3).

Figura 3 – A Teoria da Deriva Continental

PARTE A – A INVESTIGAÇÃO

→ Serás capaz de confirmar que os continentes estiveram unidos há 250 milhões de anos?

Esse é o teu objetivo! Para isso vais:

- organizar-te em equipas de investigação;
- gerir os recursos financeiros atribuídos à tua equipa;
- utilizar várias tecnologias para recolher dados que apoiem a teoria de Wegener;
- apresentar o teu trabalho às restantes equipas de investigação.

→ Preenche aqui os dados referentes à tua equipa de investigação e ao teu trabalho.

- Nome da equipa: _____
- Membros da equipa:
 - Dr. / Dr.^a _____
 - Dr. / Dr.^a _____
 - Dr. / Dr.^a _____
 - Dr. / Dr.^a _____

- Lista das Equipas Disponíveis e seus Recursos (seleciona, de forma fundamentada, uma equipa):
 - a) Universidade de Lisboa – 1.200.000 €
 - b) Universidade dos Açores – 600.000 €
 - c) Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) – 1.500.000 €
 - d) Universidade de Aveiro – 900.000 €
 - e) Universidade de Coimbra – 700.000 €
 - f) Universidade de Évora – 500.000 €

- Tecnologias adquiridas (seleciona aquela(s) que a tua equipa adquiriu):
 - a) Enviar equipa de cartógrafos para o Mundo inteiro e utilizar imagens de satélite. Custo: 500.000 €.
 - b) Enviar equipa de paleontólogos e utilizar processos de datação e estudo de fósseis. Custo: 400.000 €.
 - c) Enviar equipa de geólogos e realizar sondagens e outros processos de análise geológica. Custo: 600.000 €.
 - d) Enviar equipa de climatologistas e realizar estudos de análise de climas do passado. Custo: 350.000 €.

- Dados disponíveis a partir da(s) tecnologia(s) adquirida(s) (seleciona aquele(s) que a tua equipa adquiriu e informa o professor para que te disponibilize os dados):
 - a) Enviar equipa de cartógrafos para o Mundo inteiro e utilizar imagens de satélite. → Argumentos Morfológicos.
 - b) Enviar equipa de paleontólogos e utilizar processos de datação e estudo de fósseis. → Argumentos Paleontológicos.
 - c) Enviar equipa de geólogos e realizar sondagens e outros processos de análise geológica. → Argumentos Geológicos.
 - d) Enviar equipa de climatologistas e realizar estudos de análise de climas do passado. → Argumentos Paleoclimáticos.

→ Analisa os dados que a tua equipa obteve procurando responder à seguinte questão:

2. Em que medida os dados obtidos com a(s) tecnologia(s) utilizada(s) permitem apoiar a Teoria da Deriva Continental proposta por Wegener?

PARTE B – A APRESENTAÇÃO

→ Constrói agora, juntamente com a tua equipa, uma cartolina de modo a apresentarem o trabalho às restantes equipas de investigação. Inclui na cartolina a seguinte informação:

- O objetivo do trabalho;
- Uma explicação do que é a Teoria da Deriva Continental;
- As tecnologias utilizadas;
- Os dados que obtiveste (não te esqueças de explicar de que modo esses dados apoiam a Teoria da Deriva Continental).
- A identificação da equipa (nome da equipa e dos membros).

PARTE C – A DISCUSSÃO

→ Após a apresentação dos trabalhos das várias equipas de investigação, responde à seguinte questão:

3. Em que medida os dados obtidos pelo conjunto de todas as equipas de investigação apoiam a Teoria da Deriva Continental?

PARTE D – A REFLEXÃO

→ Através desta atividade, ao trabalhares como um “aprendiz de cientista” obtiveste uma melhor compreensão do que é a Ciência e acerca das relações existentes entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Responde às seguintes questões:

4. Refere aspetos do trabalho investigativo desenvolvido nesta atividade que também estão presentes no trabalho dos cientistas.

5. Que contributo para o teu trabalho deram as várias tecnologias que utilizaste?

6. De que modo os recursos financeiros que te foram atribuídos te permitiram obter mais ou menos conhecimento?

PARTE E – PARA SABER MAIS

→ Lê atentamente o seguinte texto que relata a vida de Wegener. Após a leitura, responde às questões de modo a compreender as características da Ciência.

Wegener nasceu em 1880 e em 1904 tinha já um doutoramento em Astronomia. Contudo ele era também um apaixonado por outras áreas, como a Geofísica e a Meteorologia. Tais interesses levaram-no a escrever “A Origem dos Continentes e Oceanos”, onde expôs a sua hipótese da Deriva Continental. Wegener reuniu um vasto conjunto de argumentos a favor da sua Teoria. Contudo, e apesar dos argumentos de Wegener serem aparentemente válidos, a sua ideia da Deriva Continental não foi bem aceite pelos cientistas de então. A Teoria da Deriva Continental quase caiu no esquecimento, até se ter dado início a intensas pesquisas dos fundos oceânicos, nos anos 50.



Alfred Wegener
(1880 – 1930)

Adaptado de Da Biologia e da Geologia

7. Que características pessoais possuiria Wegener que terão auxiliado o seu trabalho?

8. Que importância terá tido para o avanço da Ciência, o facto da Teoria da Deriva Continental ter sido apresentada e discutida pela comunidade científica?

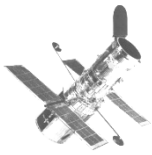
9. Refere razões que terão levado a que a Teoria da Deriva Continental não fosse aceite pela generalidade dos cientistas.

ANEXO I.2

“EU SOU UM INVESTIGADOR!”

FICHA DE DADOS

ARGUMENTOS A FAVOR DA DERIVA CONTINENTAL

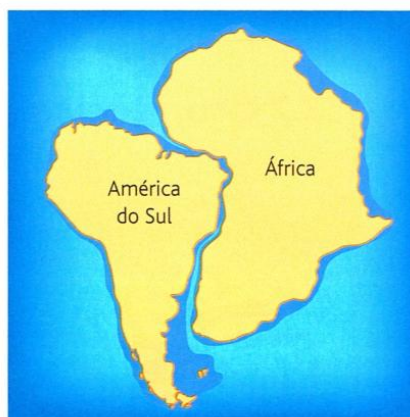


Através da utilização de imagens de satélite e do envio de uma equipa de cartógrafos para o Mundo inteiro, a tua equipa conseguiu obter um conjunto de dados que apoiam a teoria da Deriva Continental!

ARGUMENTOS MORFOLÓGICOS

A tua utilização sensata da tecnologia dos satélites permitiu-te obter espantosas imagens da superfície da Terra. Adicionando a isso os dados recolhidos pela equipa de cartógrafos que enviaste, conseguiste determinar com grande precisão a distribuição atual dos continentes e oceanos.

Estes dados apoiam a Teoria da Deriva Continental porque o traçado atual dos continentes leva a supor que poderiam ter estado unidos. Existe um encaixe notável entre as linhas de costa dos diversos continentes, o que torna possível reunir os vários continentes num único supercontinente.



Alinhamento e encaixe entre a América do Sul e África.

ARGUMENTOS A FAVOR DA DERIVA CONTINENTAL

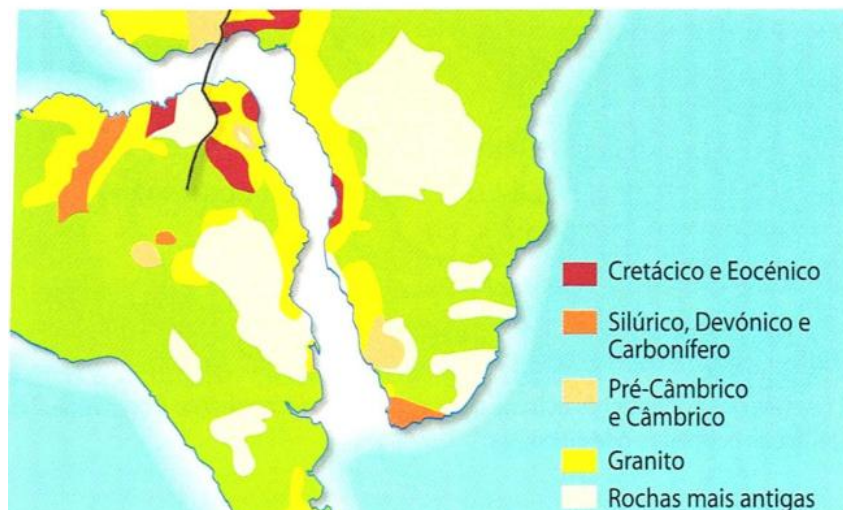


Através da utilização de sondagens (perfurações na superfície terrestre) e outros processos de análise geológica e do envio de uma equipa de geólogos para o Mundo inteiro, a tua equipa conseguiu obter um conjunto de dados que apoiam a teoria da Deriva Continental!

ARGUMENTOS GEOLÓGICOS

A tua utilização sensata da tecnologia de estudo de rochas permitiu-te obter dados espantosos. Descobriste que existe uma enorme semelhança entre camadas rochosas de regiões de diferentes continentes, como, por exemplo, certas regiões de África e da América do Sul.

Estes dados sugerem que os continentes poderiam ter estado unidos no passado. Além disso, descobriste também que estas camadas rochosas têm a mesma idade, o que vem reforçar ainda mais a Teoria da Deriva Continental.



Correspondência entre regiões de diferentes continentes em termos de sequências de rochas muito semelhantes e da mesma idade.

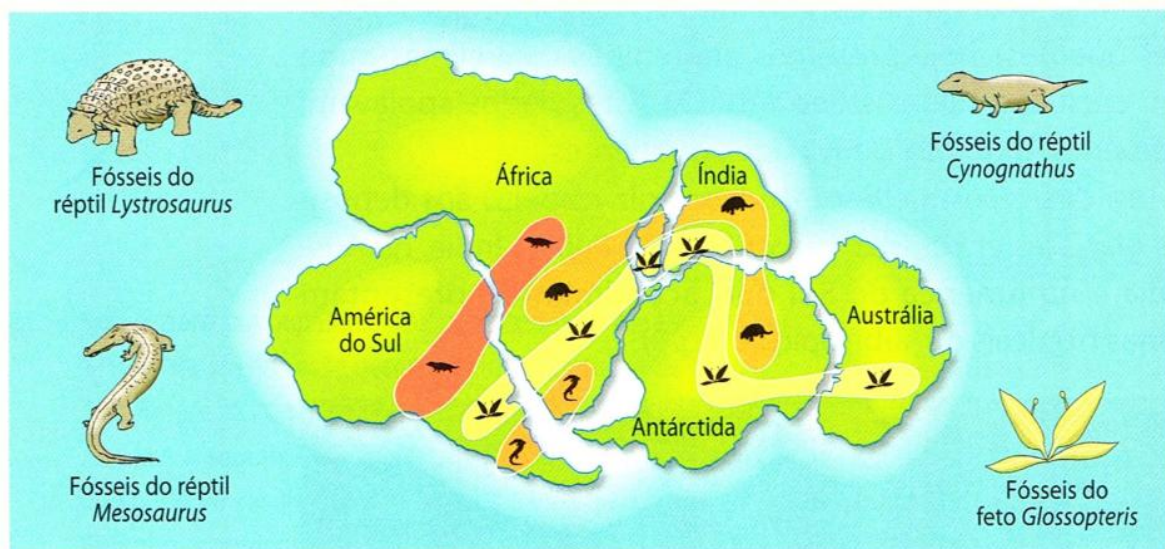
ARGUMENTOS A FAVOR DA DERIVA CONTINENTAL



Através da utilização de processos de datação (determinação da idade) e do estudo de fósseis e do envio de uma equipa de paleontólogos para o Mundo inteiro, a tua equipa conseguiu obter um conjunto de dados que apoiam a teoria da Deriva Continental!

ARGUMENTOS PALEONTOLÓGICOS

A tua utilização sensata da tecnologia de estudo de fósseis permitiu-te obter dados espantosos. Descobriste a existência de um conjunto de fósseis que existem em continentes diferentes, separados por oceanos. É o caso de um pequeno réptil – *Mesosaurus*, que aparece fossilizado exclusivamente em África e na América do Sul, o que sugere uma antiga ligação destes dois continentes. O mesmo acontece com outro fóssil que descobriste – o *Cynognathus*, um réptil fóssil terrestre. Descobriste ainda que existem vestígios de outro réptil terrestre – o *Lystrosaurus*, apenas em África, Índia e Antárctida, o que sugere que estes continentes poderiam ter estado unidos. Finalmente, encontraste vestígios de uma planta – *Glossopteris*, na América do Sul, África, Índia, Antárctida e Austrália, o que vem reforçar a ideia defendida por Wegener – que os continentes poderiam ter estado unidos.



Distribuição do registo fóssil de várias espécies de seres vivos em continentes diferentes.

ARGUMENTOS A FAVOR DA DERIVA CONTINENTAL



Através de estudos sobre evidências de climas existentes no passado e do envio de uma equipa de climatologistas para o Mundo inteiro, a tua equipa conseguiu obter um conjunto de dados que apoiam a teoria da Deriva Continental!

ARGUMENTOS PALEOCLIMÁTICOS

A tua utilização sensata da tecnologia de estudo dos paleoclimas permitiu-te obter dados espantosos. Descobriste que existem vestígios de glaciares em certas regiões de África, da América do Sul, da Índia e da Austrália que atualmente são caracterizados por um clima quente.

Estes dados sugerem que os continentes para além de terem estado unidos no passado, alteraram as suas posições geográficas ao longo do tempo, o que é um argumento válido para provar o movimento dos continentes.



Vestígios de glaciações em regiões que atualmente possuem climas quentes.

ANEXO II.1

“INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS”

FICHA DE TRABALHO

A Ciência é uma atividade humana em permanente evolução. Atenta nos seguintes textos sobre investigações científicas no âmbito da genética e responde às questões.

TEXTO A

“Investigadores do IPO descobrem novo gene

Os investigadores do IPO do Porto descobriram um novo gene responsável por um tipo agressivo de leucemia. Trata-se de uma descoberta que permite fazer o diagnóstico certo e antecipar a terapia mais adequada, tornando-se assim numa esperança para a cura da doença.

O trabalho dos investigadores foi já publicado numa revista especializada norte-americana, que deu assim a conhecer o novo gene, designado de «ceptina». Foram três meses de trabalho no serviço de genética no Centro de Investigação do IPO, no Porto, faltando agora saber qual a função deste gene, localizado no cromossoma 2.

Em declarações à TSF, o médico Manuel Teixeira, que liderou a equipa de investigadores, explicou em que consistiu a descoberta. «Este gene pode fundir-se com um outro, localizado no cromossoma 11, pelo que quando isto acontece dá origem a um tipo de leucemia bastante agressivo», disse, sublinhando que «esta descoberta permite o diagnóstico preciso deste tipo de doença». A partir de agora, segundo Manuel Teixeira, é também possível um melhor acompanhamento do estado de saúde dos doentes. «À medida que é feito o tratamento, se fizermos uma análise genética para detetar esta alteração cromossómica na medula óssea dos doentes, podemos ver o efeito da terapia e, mais tarde, se a doença voltar, podemos detetar e atuar de maneira precoce», explicou. Deste modo, a descoberta do gene «ceptina» pode diminuir o número de mortes por leucemia em Portugal, onde todos os anos morrem mais de 600 pessoas.”

Adaptado de TSF, 24/05/2006

Discussão

1. Indique em que consistiu a descoberta realizada por estes investigadores.
2. Explique a importância da descoberta realizada por estes investigadores.
3. Identifique uma frase que permita compreender que a Ciência está em evolução permanente.
4. Refira aspetos do trabalho investigativo em Ciência evidenciados pelo texto A.
5. Transcreva do texto A duas frases que exemplifiquem as relações CTS. Justifique, convenientemente, a sua resposta.

TEXTO B

“Células estaminais com capacidade de diferenciação em células dos alvéolos pulmonares

Cientistas da Universidade de Minnesota, EUA, conseguiram obter, pela primeira vez, células alveolares a partir de células do sangue do cordão umbilical, utilizando as células MLPCs (Multi Lineage Progenitor Cells), cuja tecnologia de isolamento é propriedade da empresa, divulga a Crioestaminal, citando a empresa norte-americana BioE®.Inc. David McKenna, diretor do Laboratório de Terapia Celular da Universidade de Minnesota e responsável pelo estudo, destaca a obtenção de células alveolares a partir de sangue do cordão umbilical como um grande passo na investigação em células estaminais.”



Adaptado de ciênciapt.net, 20/07/2006

Discussão

1. Formule o problema que os cientistas procuravam resolver.
2. Mencione o contributo do trabalho destes investigadores.
3. Identifique, justificando, as relações CTS presentes no texto B.
4. Tendo em conta os textos discutidos, elabore uma síntese sobre a Ciência e a construção do conhecimento científico.

ANEXO III.1

“A SEDIMENTAÇÃO”

PROTOCOLO EXPERIMENTAL

PARTE A

Concretize a seguinte atividade laboratorial, de modo a compreender um dos processos envolvidos na formação de rochas sedimentares – a sedimentação.

Material

Proveta de vidro de 500ml

Fragmentos de materiais (areias) de igual dimensão

Água

Procedimento

1. Encha a proveta até aos 200ml com água.
2. Deite os fragmentos na proveta.
3. Agite a proveta.
4. Deixe repousar os fragmentos na proveta.
5. Observe e registe os resultados obtidos.

Discussão

1. Qual a posição dos fragmentos após a sua deposição?
2. Porque ocorreu sedimentação dos materiais?

PARTE B

“Quais os fatores que influenciam a sedimentação?”

1. Identifique o fator, a estudar pelo grupo, que influencia a sedimentação.
2. Formule um problema e a respetiva hipótese sobre a influência desse fator na sedimentação.
3. Planeie um protocolo experimental que procure testar a hipótese formulada.
4. Execute o protocolo experimental.
5. Registe os resultados e apresente-os à turma, bem como a resposta ao problema formulado.
6. Elabore o relatório da atividade.

ANEXO III.2

“A SEDIMENTAÇÃO”

GRELHA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Título	Data	Introdução	Problema	Materiais	Procedimento	Resultados	Discussão	Bibliografia	Total
1	5	5	15	5	10	50	50	10	200
2									0
3									0
4									0
5									0
6									0
7									0
8									0
9									0
10									0
11									0
12									0
13									0
14									0
15									0
16									0
17									0
18									0
19									0
20									0
21									0
22									0
23									0
24									0
25									0
26									0
27									0
28									0
29									0
30									0
Classificação									
Muito Fraco									<64
Muito Fraco									65 - 94
Muito Fraco									95 - 134
Muito Fraco									135 - 174
Muito Fraco									175 - 194
Muito Fraco									>194
Muito Fraco									27
Muito Fraco									100,0%
Média									0
Nota máxima									0
Nota mínima									0

ANEXO IV.1

“TRABALHOS DE MORGAN”

APRESENTAÇÃO DE POWERPOINT

Estudos sobre a Transmissão de Características hereditárias

Drosophila melanogaster



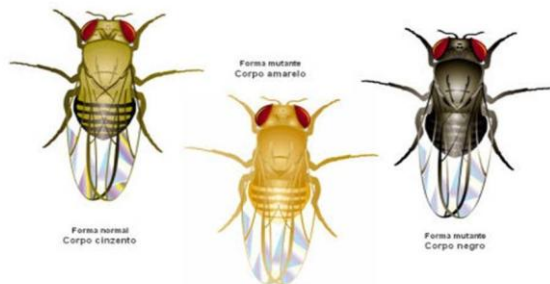


Drosophila melanogaster

(mosca da fruta ou mosca do vinagre)

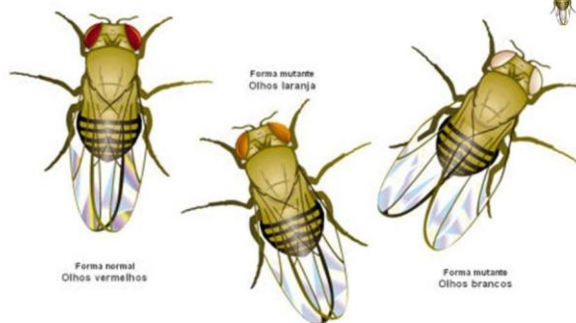
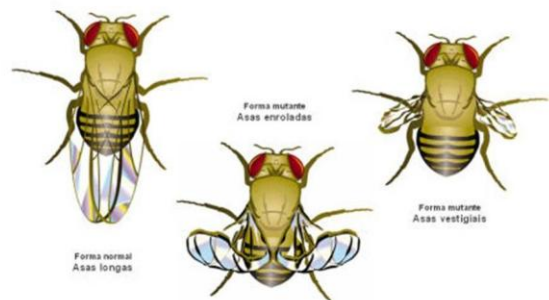


- Reduzidas dimensões (tem entre 3 e 4 mm);
- Fácil de criar em laboratório;
- Fácil de alimentar e manusear;
- Pode-se conservar um grande número de moscas em laboratório;
- Grande variedade de caracteres fáceis de observar;
- Suporta bem as experiências de cruzamentos e mutações;
- Reproduz-se ininterruptamente, sem períodos específicos do ano;
- Ciclo de vida curto (cerca de 12 dias);
- Cada fêmea põe perto de mil ovos;
- Dimorfismo sexual evidente;
- Cariótipo com 4 pares de cromossomas (3 pares são autossômicos e um par de cromossomas sexuais);

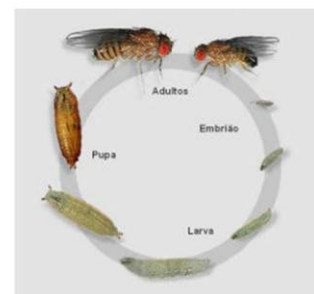


Forma normal ou selvagem: fenótipo mais comum e vulgar na espécie.

Forma mutante: fenótipo pouco comum e vulgar na espécie, resultante de alterações genéticas.



Ciclo de vida (pág. 77)



Dimorfismo sexual

Machos e fêmeas de uma mesma espécie apresentam diferenças fenotípicas observáveis.



MACHO:

- ✓ tamanho mais reduzido;
- ✓ asas mais pequenas;
- ✓ os dois últimos segmentos abdominais são completamente pigmentados.

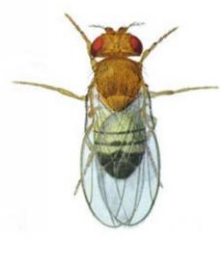
FÊMEA:

- ✓ tamanho maior;
- ✓ asas maiores;
- ✓ banda pigmentada em todos os segmentos abdominais.

Identifique o sexo de cada indivíduo.

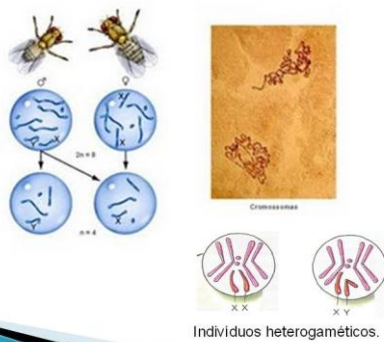


Fêmea



Macho

Cariótipo



Indivíduos heterogaméticos.



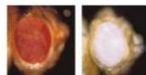
Thomas Morgan
(1866-1945)
Prêmio Nobel da
Medicina (1933)

Estudos sobre a
Transmissão de
características
hereditárias

Trabalhos de
Morgan

Transmissão da cor dos olhos em *Drosophila melanogaster*

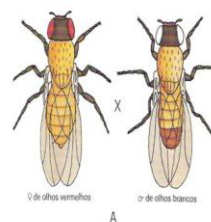
Morgan cruzou duas formas diferentes de *Drosophila melanogaster*, uma selvagem – com olhos vermelhos, e outra mutante – com olhos brancos.



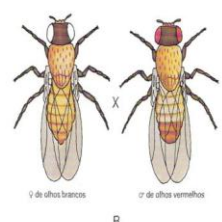
W^+
Olhos
vermelhos

W
Olhos
brancos

Cruzamentos A e B.



A

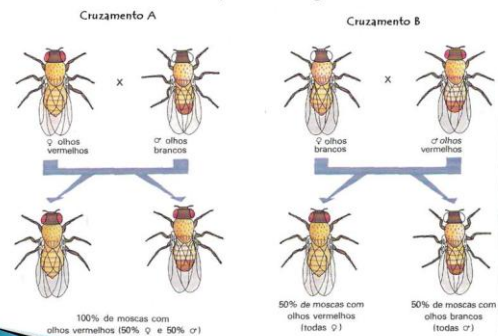


B

Com base nas leis de Mendel, e supondo que o alelo W^+ (olhos vermelhos) é dominante sobre W (olhos brancos), indique:

1. Os fenótipos que serão de esperar das gerações F1 resultantes de cada um dos cruzamentos A e B.
2. A razão da previsão anterior relativamente aos fenótipos da F1, com base nas leis de Mendel.

Resultados Obtidos por Morgan:





4. Tendo em conta os resultados obtidos por Morgan e os resultados previstos por Mendel, **formule um problema** advindo dos resultados verificados.

5. Para dar resposta ao problema enunciado, comece por identificar situações diferentes das verificadas por Mendel.

- ✓ Não se verifica a uniformidade dos híbridos da F1.
- ✓ Os resultados dos dois cruzamentos dão origem a proporções diferentes na F1.

6. Tendo em conta estes pressupostos, **planeie, a pares, uma via de investigação para responder ao problema.**

Conclusões:

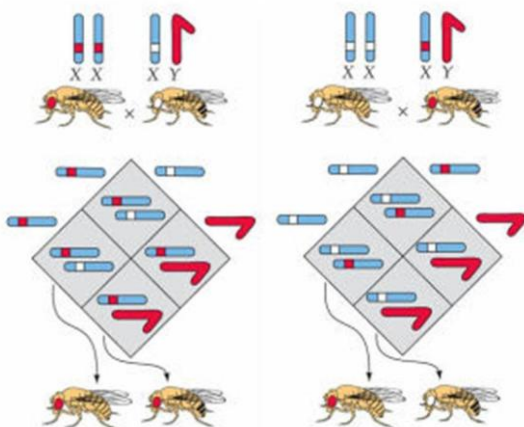
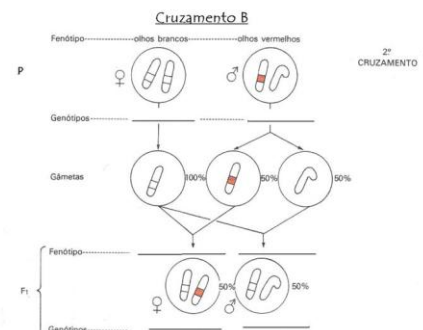
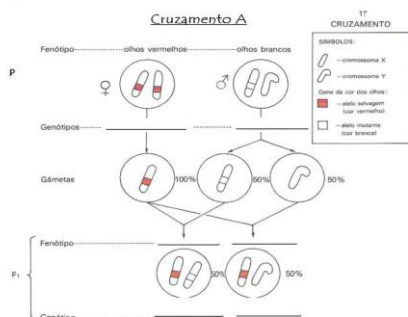
- ▶ A característica “cor dos olhos” em *Drosophila melanogaster* é dada por um gene localizado nos cromossomas sexuais (hereditariedade ligada ao sexo).
- ▶ O gene que determina essa característica está localizado no cromossoma X.

Em síntese:

7. Indique:

- o genótipo de fêmeas com fenótipo olhos vermelhos.
- o genótipo de fêmeas com olhos brancos.
- o genótipo de machos que apresentam fenotipicamente olhos vermelhos.
- o genótipo de machos com olhos brancos.

8. Complete os seguintes cruzamentos e elabore os respetivos xadrez mendeliano.



ANEXO V.1

“MÉTODOS CONTRACETIVOS”

FOTOGRAFIAS DA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS DE GRUPO



ANEXO V.2

“MÉTODOS CONTRACETIVOS”

EXEMPLO DE TRABALHOS EFETUADOS PELOS ALUNOS



Todos estes métodos são naturais, porque apenas tentam prever o Período Fértil da mulher

Apesar de nenhum deles envolver custos, apresentam muitas desvantagens...

- São muito falíveis, especialmente em mulheres jovens uma vez que os seus ciclos menstruais são muito irregulares, sendo difícil prever a ovulação;
- Há espermatozoides que podem permanecer viáveis durante 6 dias e ovócitos durante 2/3;
- **NÃO PROTEGEM** das doenças sexualmente transmissíveis.

Assim, é importante tentar usar outros métodos contraceptivos que sejam mais seguros e fiáveis...

Planeamento Familiar

- Permite o acesso a informação sobre métodos contraceptivos eficazes;
- Ajuda a escolher o momento certo para ter um filho;
- Ajuda casais com infertilidade;
- Alerta na prevenção contra as DST's;
- Existem consultas em centros de saúde e hospitais;
- Permite o acesso gratuito a contraceptivos

- Os métodos contraceptivos de barreira, na sua generalidade, impedem o contacto dos gametas masculinos com os femininos, ou seja, a fecundação.

Quadro síntese		
MÉTODOS QUÍMICOS DE CONTRACEÇÃO		
	PÍLULA ANTICONCEPCIONAL	ESPERMICIDAS
DESCRIÇÃO	Hormonas sintéticas semelhantes à progesterona e ao estrogénio.	Crèmes vaginais.
MODO DE ACÇÃO	Suprime a ovulação.	Extermina os espermatozoides no colo uterino.
EFICÁCIA	99 %	60 a 75 %
EFEITOS SECUNDÁRIOS	Pode ocorrer muitas vezes tensão arterial elevada, coágulo sanguíneo (trombose), alterações ligeiras do peso corporal, infeções vaginais, cefaleias e/ou náuseas.	Possíveis alergias.

Conclusão

Contudo, não fiques só pela teoria!

Para estares realmente protegido é preciso fazeres uma utilização adequada.

Não te esqueças que o preservativo é o único contraceptivo que te protege contra doenças sexualmente transmissíveis!

Para adquiri-lo basta te dirigires até uma Farmácia, ou até mesmo gratuitamente após uma consulta de Planeamento Familiar!

ANEXO V.3

“MÉTODOS CONTRACETIVOS”

GRELHA DE AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS DE GRUPO

			Conteúdos 60	Estratégias 40	Apresentação Pwp 20	Oralidade 30	Correção científica 20	Criatividade 30	Total 200
1									0
2									0
3	Grupo I	Américo							0
4		Edgar							0
5		Fernando							0
6	Grupo II	Ângela							0
7		Maria							0
8		Marisa							0
9	Grupo III	Bruna							0
10		Inês							0
11		Sara							0
12	Grupo IV	Gonçalo							0
13		Marina							0
14		Paulo							0
15		Tanita							0

ANEXO V.4

“MÉTODOS CONTRACETIVOS”

GRELHA DE AUTO E HETEROAVALIAÇÃO DOS TRABALHOS DE GRUPO

AVALIAÇÃO TRABALHOS «MÉTODOS CONTRACETIVOS»

Grupo:	
--------	--

GRUPO I						
Conteúdos	Estratégias	Apresentação Bvup	Oralidade	Correção Científica	Criatividade	Nota Final
Observações:						

GRUPO II						
Conteúdos	Estratégias	Apresentação Bvup	Oralidade	Correção Científica	Criatividade	Nota Final
Observações:						

GRUPO III						
Conteúdos	Estratégias	Apresentação Bvup	Oralidade	Correção Científica	Criatividade	Nota Final
Observações:						

GRUPO IV						
Conteúdos	Estratégias	Apresentação Bvup	Oralidade	Correção Científica	Criatividade	Nota Final
Observações:						

ANEXO V.5

“MÉTODOS CONTRACETIVOS”

FOTOGRAFIAS DA APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS DE GRUPO AOS ALUNOS DO 9.º ANO DE ESCOLARIDADE



ANEXO VI

GRELHA DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O PERCURSO PROFISSIONAL

Atividade	Conteúdo	Destinatários	Ano de Implementação
Construção de uma Escala de Tempo Geológico	Grandes etapas da história da Terra	Alunos do 7.º ano de escolaridade	2006/2007
Observação e identificação de amostras de fósseis, minerais e rochas	Fósseis e a sua importância para a história da Terra; Rochas, testemunhos da atividade da Terra; Rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas: génese e constituição; ciclo das rochas	Alunos do 7.º ano de escolaridade	2006/2007
Apresentação multimédia sobre a evolução da Ciência com base na discussão do episódio histórico Geocentrismo vs Heliocentrismo	Ciência, produto da atividade humana	Alunos do 7.º ano de escolaridade	2008/2009
Atividade prática: Simulação do processo de fossilização por moldagem	Fósseis e a sua importância para a história da Terra	Alunos do 7.º ano de escolaridade	2007/2008
Atividade laboratorial: observação de células vegetais e animais ao microscópio ótico	Condições da Terra que permitem a existência de vida	Alunos do 8.º ano de escolaridade	2006/2007
Atividade laboratorial: Influência dos fatores abióticos no comportamento dos seres vivos	Interações seres vivos – ambiente	Alunos do 8.º ano de escolaridade	2007/2008
Construção de maquetes e modelos representativos das consequências da poluição da água, do solo e do ar	Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas	Alunos do 8.º ano de escolaridade	2006/2007
Pesquisa e elaboração de trabalhos de grupo sobre as	Proteção e conservação da	Alunos do 8.º ano de escolaridade	2010/2011

Áreas Protegidas	Natureza		
Visita de estudo: Aquário Vasco da Gama e Jardim Botânico da Tapada da Ajuda	Interações seres vivos – ambiente; Fluxo de energia e ciclo da matéria	Alunos do 8.º ano de escolaridade	2008/2009
Dinâmica de grupo sobre o HIV / SIDA	Educação para a Sexualidade	Alunos do 9.º ano de escolaridade	2010/2011
Dissecação do coração e dos pulmões de um mamífero	Sistema cardiorrespiratório	Alunos do 9.º ano de escolaridade	2007/2008
Trabalhos de grupo sobre opções que interferem no equilíbrio do organismo	Opções que interferem no equilíbrio do organismo (álcool, tabaco, droga, higiene, atividade física e alimentação)	Alunos do 9.º ano de escolaridade	2008/2009
Implementação de fichas de avaliação procedimental	Todos os conteúdos do Ensino Secundário	Alunos do Ensino Secundário	2008/2009
<i>Role-playing</i> : Sobre-exploração dos recursos naturais e desenvolvimento sustentável	Terra, um planeta único a proteger	Alunos do 10.º ano de escolaridade	2008/2009
Visualização e discussão do filme “O Cume de Dante”	Vulcanologia	Alunos do 10.º ano de escolaridade	2008/2009
Atividade laboratorial: Características do microscópio ótico composto	Trabalho laboratorial	Alunos do 10.º ano de escolaridade	2005/2006
Atividade experimental: Osmose em células vegetais	Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos – ingestão, digestão e absorção	Alunos do 10.º ano de escolaridade	2003/2004
Visita de estudo: À descoberta da geologia do concelho	As rochas, arquivos da história da Terra; Principais etapas da formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares,	Alunos do 10.º e 11.º anos de escolaridade	2011/2012

	arquivos históricos da Terra; Magmatismo; Rochas magmáticas; Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras		
Visualização de animações síntese proteica, mitose e meiose	Crescimento e renovação celular; Reprodução sexuada	Alunos do 11.º ano de escolaridade	2011/2012
Trabalhos de grupo sobre o sistema de classificação de Whittaker	Sistema de classificação de Whittaker	Alunos do 11.º ano de escolaridade	2011/2012
Elaboração de pequenos filmes sobre aspetos do ordenamento do território presente na região	Ocupação antrópica e problemas de ordenamento	Alunos do 11.º ano de escolaridade	2009/2010
Visita de estudo: Açores – Na Mira do Futuro	As rochas, arquivos da história da Terra; Vulcanologia; Magmatismo; Rochas Magmáticas	Alunos do 11.º ano de escolaridade	2009/2010
Atividade laboratorial: Isolamento do DNA	Crescimento e renovação celular	Alunos do 11.º ano de escolaridade	2006/2007
Visita de estudo: <i>Geopark</i> e Parque Natural da Serra da Estrela	As rochas, arquivos que relatam a História da Terra; A Terra, um planeta em mudança; A biosfera	Alunos do 11.º ano de escolaridade	2010/2011
Visualização de animações sobre a fecundação, o desenvolvimento embrionário e o desenvolvimento fetal	Reprodução	Alunos do 12.º ano de escolaridade	2011/2012
Atividade experimental: Estudo dos fatores que influenciam a ação enzimática	Microbiologia e indústria alimentar	Alunos do 12.º ano de escolaridade	2007/2008
Elaboração de pequenos documentários sobre impactes ambientais e crescimento sustentável	Poluição e degradação dos recursos; Crescimento da população humana e	Alunos do 12.º ano de escolaridade	2010/2011

	sustentabilidade		
Atividade de complemento curricular: Participação no concurso “Se eu fosse Cientista” (Ciência Hoje)	Ciência	Alunos do 12.º ano de escolaridade (Área de Projeto)	2010/2011
Atividade de complemento curricular: Dinamização do Projeto “TWIST”	Educação para a sustentabilidade	Alunos do Ensino Secundário	2007/2008
Atividade de complemento curricular: Dinamização do Projeto “Jovens Repórteres para o Ambiente”	Educação para a sustentabilidade	Alunos do Ensino Secundário	2007/2008
Atividade de complemento curricular: Laboratório Abertos	Ciência	Alunos do 4.º ano de escolaridade (provenientes de escolas do concelho) e alunos da Academia “Jovens Cientistas”	2007/2008
Atividade de complemento curricular: Dinamização da Academia “Jovens Cientistas”	Ciência	Alunos de todos os anos de escolaridade	2005/2006
Atividade de complemento curricular: Sessão de formação em Primeiros Socorros	Educação para a saúde	Alunos do 10.º ano de escolaridade	2011/2012
Atividade de complemento curricular: Dinamização da Feira dos Fósseis e Minerais e da Feira das Plantas (Decorativas, Aromáticas e Medicinais)	Educação para a sustentabilidade	Alunos de todos os anos de escolaridade	2006/2007
Atividade de complemento curricular: Dinamização da ação “Maré Humana” (no âmbito do Programa Eco-Escolas)	Educação para a sustentabilidade	Alunos envolvidos no Programa Eco-Escolas	2011/2012